

**LÄMMINVERISTEN RATSUHEVOSTEN LINEAARISESTI
ARVOSTELTAVIEN JALKA- JA ASKELLAJIOMINAISUUKSIEN
PERINNÖLLISET TUNNUSLUVUT**

Jenni Vattulainen

Maisterintutkielma

Maataloustieteiden maisteriohjelma

Helsingin yliopisto

Maataloustieteiden osasto

toukokuu 2020

TIIVISTELMÄ

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Osasto — Sektion — Department	
Maatalous-metsätieteellinen tiedekunta		Maataloustieteiden osasto	
Tekijä — Författare — Author			
Jenni Vattulainen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
LÄMMINVERISTEN RATSUHEVOSTEN LINEAARISESTI ARVOSTELTAVIEN JALKA- JA ASKELLAJIOMINAISUUKSIEN PERINNÖLLISET TUNNUSLUVUT			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Kotieläinten jalostustiede			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
Maisterintutkielma	27.05.2020	72	
Tiivistelmä — Referent - Abstract			
<p>Eläinten lineaarinen jalostusarvostelu on ollut käytössä 1980-luvulta saakka. Hevosten jalostusarvostelussa lineaariseen arvosteluun on siirrytty Euroopassa vuodesta 1989 alkaen. Suomessa lineaarinen arvostelu on otettu puoliveristen hevosten rakennearvostelussa käyttöön vuonna 2015.</p> <p>Lineaarisen rakennearvostelun perusteella lasketuista periytymisen tunnusluvuista on toistaiseksi vielä vain vähän tutkittua tietoa. Osassa tutkimuksia on havaittu, että tuomarilla on ollut vaikutusta hevosen rakenteesta annettavaan lineaarisen arvioon. Tutkimuksista saadut periytymisasteet ovat vaihdelleet tutkimusten välillä. Suurimpia periytymisasteita on saatu rakenneominaisuuksista.</p> <p>Toistaiseksi Suomessa arvostellaan lineaarisesti vain lämminverisiä ratsuhevosia. Tämän tutkimuksen tavoitteena oli selvittää vuosina 2015 – 2019 lineaarisesti arvioitujen näyttelytulosten periytymisen tunnuslukuja jalka- ja askellajiominaisuuksien osalta. Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin näiden ominaisuuksien keskinäisiä geneettisiä korrelaatiokertoimia. Tutkittuja ominaisuuksia oli yhteensä 26.</p> <p>Aineistossa oli 915 hevosta, joiden havainnot oli kerätty yhteensä 29 paikkakunnalta. Aineistossa oli niin ruunia, oreja kuin tammojakin. Tammojen osuus aineistossa oli suurin. Yksittäisestä ikäryhmästä eniten arvosteluja oli annettu 2-vuotiaille tammoille. Syntymävuoden perusteella eniten havaintoja oli vuonna 2015 syntyneistä hevosista. Hevosten syntymävuoden vaikutus tuloksiin ei ollut tilastollisesti merkitsevä. Hevosten iällä oli tilastollista merkitsevyyttä tiettyihin jalkaominaisuuksiin. Lisäksi näyttelypaikalla ja arvosteluvuodella havaittiin oleva jonkin verran tilastollista merkitsevyyttä.</p> <p>Aineiston perusteella laskettujen perinnöllisyysasteiden tunnusluvut olivat jalkaominaisuuksien osalta erittäin matalat, vaihdellen 0,00 – 0,11 välillä. Tyypin ja liikeominaisuuksien perinnöllisyysasteet vaihtelivat 0,00 ja 0,28 välillä. Periytymisasteiden keskivirhe vaihteli 0,09- 0,14 välillä.</p> <p>Geneettiset korrelaatiokertoimet ominaisuuksien välillä vaihtelivat heikosta erittäin vahvaan. Geneettisten korrelaatioiden keskivirhe vaihteli 0,04 – 0,13 välillä.</p> <p>Lineaarisesta arvioinnista hevosten rakennearvostelussa tarvitaan lisää tutkimuksia luotettavien tunnuslukujen saamiseksi.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Puoliverinen ratsuhevonen, lineaarinen arviointi, perinnölliset tunnusluvut, rakennearvostelu, askellajiarvostelu			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Maataloustieteiden osasto			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Työtä ohjasi Jarmo Juga.			

ABSTRACT

HELSINGIN YLIOPISTO — HELSINGFORS UNIVERSITET — UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto — Fakultet/Sektion — Faculty		Osasto — Sektion — Department	
Faculty of Agriculture and Forestry		Department of Agricultural Sciences	
Tekijä — Författare — Author			
Jenni Vattulainen			
Työn nimi — Arbetets titel — Title			
GENETIC PARAMETERS OF LINEARLY SCORED LEG AND MOVEMENT TRAITS OF WARBLOOD HORSES			
Oppiaine — Läroämne — Subject			
Animal breeding			
Työn laji — Arbetets art — Level	Aika — Datum — Month and year	Sivumäärä — Sidoantal — Number of pages	
M.Sc. Thesis	27.05.2020	72	
Tiivistelmä — Referat — Abstract			
<p>Linear scoring of livestock and farm animals has been in use since the 1980's. In Europe, the first linear evaluations in horse breeding were conducted in 1989. In Finland, the linear evaluation was introduced into breeding evaluation of warmblood horses in 2015.</p> <p>So far, there is only a limited amount of research available about the heritabilities calculated from linear evaluation. Some of the studies have shown that the judge has a statistically significant effect on the linear conformation evaluation of the horse. The heritabilities from these studies have varied within different researches. The highest significant heritabilities have been found for conformation traits.</p> <p>For now, only warmblood horses are being evaluated linearly in Finland. The aim of this study was to estimate the heritabilities of the leg and movement traits from show data between 2015 – 2019 and to estimate the genetic correlations between different traits. All in all 26 traits were analyzed in the study.</p> <p>There were 915 horses in the data. Observations were gathered from 29 different shows in Finland. Both geldings, mares and stallions were represented in the data, mares being the largest group of gender. From one singular age group, the two – year- old mares had the greatest amount of observations. Based on the year of birth, horses born in 2015 had the most observations. The year of birth did not, however, have any significance on the results. Both the age and the gender of the horse did have a statistic significance on the results. Also the location of the show and the year of observation had some significance.</p> <p>Heritabilities of leg traits based on this data were extremely low, ranging between 0,00 – 0,11. The heritabilities of type and movement traits ranged between 0,00 and 0,28. Standard errors of heritabilities ranged between 0,09 – 0,14.</p> <p>Genetic correlations between the traits ranged between weak to strong. Standard errors of genetic correlations ranged between 0,04 – 0,13.</p> <p>More data and research is needed about the linear scoring of horses.</p>			
Avainsanat — Nyckelord — Keywords			
Warmblood horse, linear scoring, genetic parameters, conformation trait, movement trait			
Säilytyspaikka — Förvaringsställe — Where deposited			
Master's Programme in Agricultural Sciences, Department of Agricultural Sciences			
Muita tietoja — Övriga uppgifter — Further information			
Supervisors: Jarmo Juga.			

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	4
2 LÄMMINVERISTEN RATSUHEVOSTEN JALOSTUSARVOSTELU	5
2.1 FWB – kantakirja	5
2.2. Ratsuhevosten jalostustavoitteet	5
2.2.1 Hevosten jalostusarvostelu Suomessa	7
2.3 Lineaarinen arvostelu	10
2.4 Aiemmat tutkimukset	13
3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET	13
4 AINEISTO JA MENETELMÄT	14
4.1 Näyttelyaineisto	14
4.1.1 Arvosteltavat ominaisuudet	15
4.2 Sukulaisuusaineisto	19
4.3 Ominaisuuksiin vaikuttaneet ympäristötekijät	20
4.4 Tilastolliset menetelmät	25
4.4.1 Analyyseissa käytetyt mallit	25
4.5 Periytymisasteet ja geneettiset korrelaatiot	27
4.5.1 Käytetyt laskentakaavat	27
5 TULOKSET	28
5.1 Tutkittavien ominaisuuksien tilastolliset tunnusluvut	28
5.2 Kiinteiden tekijöiden vaikutus tuloksiin	31
5.3 Periytymisasteet	33
5.3.1 Tyypin ja jalkaominaisuuksien periytymisasteet	33
5.3.2 Askellajiominaisuuksien periytymisasteet	33
5.4 Ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot	34
6 TULOSTEN TARKASTELU	36
6.1 Kiinteiden tekijöiden vaikutus tuloksiin	38
6.2 Perinnölliset tunnusluvut	43
6.3 Ominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot	45
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	47
8 KIITOKSET	47
LIITE 1: Maitovarsojen arvostelupöytäkirja	52
LIITE 2: Tammojen arvostelupöytäkirja	54
LIITE 3: Laatuarvostelu – pöytäkirja	56
LIITE 4: Tutkittavien ominaisuuksien pisteskaalan jakaumat 2015 – 2019	59

1 JOHDANTO

Lineaarisen arvioinnin tarkoituksena on antaa sanallista arviointia objektiivisempi kuvaus arvostelun kohteena olevasta eläimestä, sijoittamalla eläimen ominaisuudet kahden biologisen ääripään väliselle janalle (Thompson ym. 1983, Duensing ym. 2014). Lineaarinen rakennearvostelu on ollut käytössä tuotantoeläinten jalostuksen työkaluna 1980-luvulta alkaen (Thompson ym. 1980, Thompson ym. 1983, Duensing ym. 2014). Ratsuhevosjalostuksessa lineaarisen arvioinnin on ottanut ensimmäisenä käyttöön Hollanti vuonna 1989 (Koenen ym. 1995). Suomalaisessa ratsuhevoskasvatuksessa rakenne- ja jalostusarvosteluja on tehty jo 1930-luvulta alkaen (Zilliacus 2019) ja lineaariseen arviointiin siirryttiin lämminveristen ratsuhevosten arvioinnissa Suomessa vuonna 2015 (Gröhn 2017). Naapurimaistamme Ruotsissa lämminveristen ratsuhevosten lineaariseen arviointiin on siirrytty vuonna 2013 (Viklund ja Eriksson 2018).

Eurooppalaiset ratsuhevospopulaatiot ovat jalostuslinjoiltaan hyvin yhtenäisiä, ja hevosten jalostuskäyttö kantakirjojen välillä on hyvin yleistä. Erityisesti jalostusoriiden käyttö on tällä hetkellä varsin kansainvälistä suurimmassa osassa Eurooppaa. Jalostusarvostelun yhtenäistäminen eri maiden kantakirjojen välillä auttaisi vertailemaan periytymisen tunnuslukuja, perinnöllistä edistymistä ja seuraamaan tarkemmin eri jalostuslinjojen välille syntyviä geneettisiä eroja (Duensing ym. 2014, Viklund ja Eriksson 2018).

Myös Suomessa ratsuhevosten jalostuksessa hyödynnetään paljon ulkomaista jalostusmateriaalia ja erityisesti ulkomaisia oreja (Hippos Ry 2019a). Lämminverisiä ratsuhevosia syntyi vuosien 2013 - 2019 aikana noin 300 vuosittain. Eniten varsoja syntyi vuonna 2017 (349 varsaa) ja vähiten vuonna 2018 (279 varsaa). Vuonna 2018 astutettuja lämminverisiä ratsuhevostammoja oli 660 ja vuonna 2019 yhteensä 569 yksilöä (Hippos Ry 2018a). Tässä määrässä on mukana niin Suomessa astuneiden oriiden kuin ulkomaisten oriiden käyttö tammoille. Suomalaisten ratsukasvattajien yhtenä tavoitteena on saada kasvatettua hevosia, jotka pärjäisivät myös kansainvälisissä kilpailuissa. Yhtenä tavoitteena on myös jalostuksen edistyminen (Taipale 2011). Ratsuhevosten lineaarinen arvioiminen ja sen yhtenäistäminen eurooppalaisten arviointimenetelmien kanssa voi tarjota uusia yhteistyö- ja kehittymismahdollisuuksia suomalaiselle ratsuhevosjalostukselle ja vertailukelpoisille jalostusarvoille (Mäkeläinen 2012).

Lineaarisesti arvosteltavien ominaisuuksien periytymisasteista ei Suomessa ole vielä tehty tutkimuksia, ja aihetta oli tarpeen tarkastella ensimmäisten arvosteluvuosien osalta.

2 LÄMMINVERISTEN RATSUHEVOSTEN JALOSTUSARVOSTELU

2.1 FWB – KANTAKIRJA

Finnish warmblood, suomalainen puoliverinen, on kantakirja Suomessa syntyneille lämmin- ja puoliverisille ratsuhevosille (Hippos Ry 2015a). FWB -kantakirja on perustettu vuonna 1926, jolloin jalostuksen päätavoitteet olivat urheilutoimintaan ja armeijan tarkoituksiin sopivissa hevosissa (Ratsujalostusliitto 2009). Kantakirja on pääsääntöisesti tarkoitettu Suomessa kasvatetuille hevosille, mutta kantakirjaan voidaan lisätä myös muualla syntyneitä hevosia tietyin ehdoin. Kantakirjassa on kaksi eri luokkaa, pääosasto sekä ylimääräinen osasto. Pääosastoon hyväksytään kaikki ne hevoset, joiden polveutumisvaatimukset ovat riittävät ja voidaan todentaa useampi sukupolvi taaksepäin. Pääosastossa on neljä alaluokkaa: perusluokka I, jalostusluokka II, jalostusluokka I ja valioluokka. Hevonen voi nousta perusluokasta korkeampaan luokkaan omilla suoritus- ja jälkeläistuloksillaan. Valioluokkaan voi nousta vain hevonen, joka on kantakirjaustilaisuudessa palkittu vähintään II –palkinnolla (Hippos Ry 2015a).

FWB jalostusohjesääntö on päivitetty viimeksi 2015. Jalostusohjeessa todetaan jalostuksen tavoitteena olevan paitsi terve, myös luonteeltaan positiivinen urheiluhevonen, joka pystyy kilpailemaan kansainvälisellä tasolla. Hevosten jalostusarvostelussa onkin kiinnitetty huomiota paitsi hevosten rakenteellisiin, myös luonteen ominaisuuksiin (Hippos Ry 2015b).

2.2. RATSUHEVOSTEN JALOSTUSTAVOITTEET

Lämminveristen ratsuhevosten kantakirjoja on olemassa maailmalla useita. Pelkästään Saksassa on useampia kantakirjoja, jotka on nimetty alun perin maatieteellisen alueen mukaan. Kantakirjojen tarkoituksena on ylläpitää olemassa olevaa tietokantaa jalostukseen käytettävistä hevosista sekä määrittää jalostusohjeiden avulla tavoitteita ja ohjeita ratsuhevosten kasvatukseen ja jalostukseen (Koenen ym. 2004) .

Suurin osa eurooppalaisista lämminverihevosten kantakirjoista pyrkii jalostusohjeiden avulla kehittämään suoritushevospopulaatioita, joiden yksilöt ovat terveitä, ihmisen käsiteltävissä olevia, suorituskyvyltään ja ratsastettavuudeltaan hyviä urheiluhevosia. Esimerkiksi hollantilaisen ja ruotsalaisen puoliverisen jalostusohjelmaan on kirjattu jalostustavoitteeksi ratsuhevonen, joka pystyy kilpailemaan menestyksekkäästi urheilun korkeimmalla tasolla (Koenen ym. 2004, Viklund ym. 2010). Kaikissa jalostusohjelmissa ei kuitenkaan ole mainittu, mihin lajiin hevosten jalostusta

toivotaan kehitettävän, tai millä tasolla hevosten toivotaan urheilusuurituksiaan tekevän (Koenen ym. 2004).

Hevosten jalostusarvosteluissa tarkastellaan usein ensisijaisesti rakenne- ja liikeominaisuuksia, sillä niiden periytymisasteiden on todettu olevan kilpailusuoritusominaisuuksien periytymisasteita korkeampia (Thorén ym. 2008, Mezei ym. 2015). Rakenne- ja liikeominaisuudet myös osin ennustavat suoritusominaisuuksia, ja niiden avulla voidaan jossain määrin arvioida nuorten hevosten tulevaa suorituskykyä ratsastuksen eri lajeissa (Králová ja Jiskrová 2017). Rakenneominaisuuksien yhteys suoritusominaisuuksiin, kuten esimerkiksi hyppykykyyn, on kuitenkin joissain tutkimuksissa havaittu matalaksi (Koenen ym. 1995). Alhaisten geneettisten korrelaatioiden vuoksi useissa kantakirjoissa, joissa jalostustavoitteena on kilpailukyvyltään kansainvälinen suoritushevonen, erityisesti jalostusoriiden toivotaan, usein jopa edellytetään, näyttävän hyvien rakenneominaisuuksien lisäksi myös kilpailumenestystään ennen lopullisen jalostusluvan myöntämistä (Hippos 2020).

Aiemmissa tutkimuksissa on havaittu, että koulu- ja estesukuisten hevosten jalostuksen eriytyminen on vuosien saatossa aiheuttanut hienoisia geneettisiä eroja sukulinjojen välille. Esimerkiksi kouluratsastuksessa arvostettujen askellajiominaisuuksien geneettinen korrelaatio on tutkimuksissa havaittu melko matalaksi estehevosten hyppykykyyn vaikuttavien ominaisuuksien kanssa (Rovere ym. 2014). Sen sijaan laukan ominaisuuksilla on todettu olevan positiivinen geneettinen korrelaatio estekilpailumenestyksen kanssa (Viklund ym. 2010). Ruotsissa tehdyssä tutkimuksessa havaittiin, että nuorten hevosten laatukilpailuissa tehtyjen estetestien geneettinen korrelaatio myöhemmän kouluratsastusmenestyksen kanssa on vähäinen, jopa negatiivinen (Viklund ym. 2010). Geneettisiin eroihin todennäköisesti vaikuttaa se, että koulu- ja estehevosten jalostusvalinnassa painotetaan hieman eri asioita. Kouluhevosten jalostuksessa halutaan usein nähdä hyviä askellajiominaisuuksia ja korrektia rakennetta, estehevosten osalta toivotaan puolestaan hyvää ja vahvaa laukkaa sekä hyppyominaisuuksia (Rovere ym. 2014).

Yksittäisen ominaisuusryhmän, esimerkiksi esteominaisuuksien, jalostuksen kannalta useamman ominaisuusryhmän yhtäaikainen valitseminen jalostustavoitteeksi ei ole optimaalista, sillä useampaa ominaisuutta valitessa geneettinen edistyminen yksittäisen ominaisuuden kohdalla pienenee (Koenen ym. 2004). Tämä käy ilmi niiden kantakirjojen hevospopulaatioissa, joissa pyritään yhtäaikaaisesti valitsemaan jalostustavoitteiksi sekä este- että kouluominaisuuksia. Koulu- ja esteratsastuksessa vaadittavien ominaisuuksien välillä on tutkimuksissa havaittu heikko yhteys (Rovere ym. 2014). Osa kantakirjoista onkin tietoisesti ohjannut jalostusta eriytymään sekä koulu- että esteratsastukseen.

Kantakirjojen selkeämmät jalostusohjeet eri lajien jalostusvalinnan osalta voisivat nopeuttaa perinnöllistä edistymistä (Koenen ym. 2004).

Suomalaisessa FWB- kantakirjassa jalostuksessa on pyritty palkitsemaan hevosia, joiden rakenne on korrekti ja tukee hevosen käyttötarkoitusta, ja joiden luonne soveltuu harraste- ja kilpailutoimintaan. FWB kantakirjassa ei ole varsinaisesti eritelty eri suku- tai jalostuslinjoja este- ja koulusukuisille hevosille. Jalostusohjeessa on kuitenkin erikseen mainittu, mitä este- ja kouluhevoselta toivotaan (Hippos Ry 2015b).

2.2.1 HEVOSTEN JALOSTUSARVOSTELU SUOMESSA

Suomessa suurin osa jalostusarvosteluiksi kutsuttavista tapahtumista perustuu hevosen fenotyypin arviointiin. Kaikissa tapahtumissa hevoselle annetaan arvio sen rakenteesta ja liikeominaisuuksista. Tapahtuman luonteesta riippuen, osassa tilaisuuksia arvostellaan myös hevosen hyppykykyä, ratsastettavuutta ja luonnetta. Varsinainen jalostusarvostelu tapahtuu jälkeläisnäyttöjen perusteella (Hippos Ry 2015a). Yksilöitä ja niiden jälkeläisiä voidaan arvioida eri arvostelutapahtumissa.

Varsanäyttely

Varsanäyttelyt on tarkoitettu paitsi varsan arvioimiseen, myös nuoren hevosen koulutustilaisuudeksi. Varsan voi ilmoittaa näyttelyyn aikaisintaan silloin, kun se on neljän viikon ikäinen. Maitovarsa eli vieroittamaton varsa esitetään emänsä kanssa vapaana kaikissa askellajeissa. Varsanäyttelyitä järjestetään muiden ratsu- ja poninäyttelyiden yhteydessä ja niitä toteuttaa Hippos (Hippos Ry 2019b).

Kyvyt Esiin- kilpailut

Kyvyt Esiin- kilpailu ja katselmukset on tarkoitettu nimensä mukaisesti nuorten hevosten kykyjen löytämiseksi. Kyvyt Esiin- katselmuksissa hevonen irtohypyttetään ja sen askellajit, hyppy ja yhteistyökyky arvioidaan. Katselmusten kautta parhaimpia arvosteluja saaneet hevoset valitaan finaaliin. Katselmus itsessään on enemmänkin hevosen koulutustilaisuus ja mahdollisuus saada tuomariarvio nuoresta hevosesta. Kyvyt Esiin- katselmukset on tarkoitettu 2- ja 3- vuotiaille

puoliverihevosille. Kyvyt Esiin – katselmuksia toteuttaa FWB – rotuyhdistys yhdessä Hippoksen kanssa (Ratsujalostusliitto 2019b).

Nuorten hevosten laatuarvostelu

Nuorten hevosten laatuarvostelussa arvioidaan ratsuhevoselta vaadittavia ominaisuuksia, kuten ratsastettavuutta, hyppykykyä, askellajeja sekä rakennetta. Hevonen voi osallistua laatuarvosteluun 4- vuotiaana. Myös 5- vuotiaat varsoneet tammammat voivat osallistua laatuarvosteluun. Laatuarvostelua toteuttaa FWB - rotuyhdistys yhdessä Hippoksen kanssa (Ratsujalostusliitto 2019c).

Tammatesti

Tammatestiin voivat osallistua 3 – ja 4- vuotiaat tammammat, sekä laatuarvostelun tapaan 5- vuotiaat varsoneet tammammat. Tammatestit ovat osa jalostusohjelman toteuttamista ja jalostuksen edistämistä, ja niiden järjestämisestä on vastuussa Hippos (Ratsujalostusliitto 2019a, Hippos Ry 2018b).

Nuorten hevosten testi

Nuorten hevosten testi on samankaltainen tammatestin kanssa, mutta siihen ovat tervetulleita tammojen lisäksi myös oriit ja ruunat. Nuorten hevosten testi on avoin 3- vuotiaille hevosille. Kyvyt Esiin- tilaisuuksien este- ja askellajikokeet ovat osa nuorten hevosten testiä (Hippos 2015a).

Fenotyyppinen jalostusarvostelu

Fenotyyppiin perustuva jalostusarvostelu voidaan FWB- jalostusohjesääntöjen mukaan suorittaa aikaisintaan 3-vuotiaalle hevoselle. Hevosen jalostusarvostelu suoritetaan ensin yksilöarvosteluna, ja sen saamaa arviointia voi korottaa sen jälkeläisten hyvä menestyminen näyttelyissä tai ikäluokkakilpailuissa. Oriiden täytyy myös suorittaa suorituskvynkoe, mikäli niillä ei ole aiempaa jalostukseen käyttöoikeutta tai hyväksyntää jostain muusta kantakirjasta. Kuten muidenkin hevosten kohdalla, vasta 3- vuotiaat oriit voivat osallistua suorituskvynkokeeseen ja saada sitä kautta jalostusluvan. Jalostusarvostelussa hevonen saa arvion ulkomuotonsa perusteella (Hippos 2015). Ennen vuotta 2015 puoliveristen jalostusarvostelu tehtiin numeraalisella arvioinnilla 1-10, jota täydennettiin sanallisilla arvioinneilla. Vuodesta 2015 eteenpäin puoliveristen arvioinnissa on käytetty lineaarista arviointia (Gröhn 2017).

Kantakirja- ja palkintoluokat

Hevosten palkintoluokat jaetaan pisteiden mukaan, joita ne saavat yhteensä viidestä eri ominaisuusryhmästä (taulukot 1 ja 2). Maksimipistemäärä on 10 pistettä/ ominaisuusryhmä, jolloin hevonen voi arvostelustaan saada enimmillään 50 pistettä. Alle 34 pistettä saaneita hevosia ei palkita (Hippos Ry 2019b).

Taulukko 1. Perinteisellä arviointimenetelmällä arvosteltavat ominaisuusryhmät.

Ominaisuusryhmä	Pisteitä enintään
Tyyppi	10
Pää, kaula, runko	10
Jalat ja liikkeiden suoruus	10
Käynti	10
Ravi	10
Yhteensä	50

Taulukko 2. Perinteisen kantakirja-arvostelun piste- ja palkintosijat.

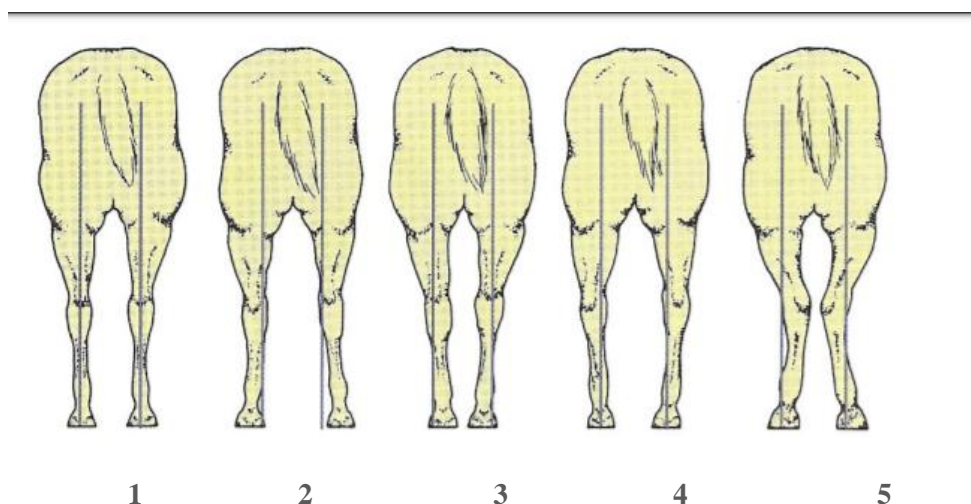
Pistemäärä	Palkintoluokka
< 34	3
35 - 39	2
40 - 50	1

Suomessa perinteinen arvostelumenetelmä on yhä käytössä lineaarisen arvostelumenetelmän rinnalla, ja sen avulla pisteytetään hevoset eri palkintoluokkiin esimerkiksi kantakirjaustilanteissa, Kyvyt esiin - katselmuksissa ja nuorten hevosten laatuarvosteluissa (Hippos Ry 2019b). Samalla tavalla perinteistä, 1-10 perustuvaa numerointia käytetään myös Ruotsissa lineaarisen arvioinnin rinnalla (Viklund ja Eriksson 2018).

2.3 LINEAARINEN ARVOSTELU

Lineaarisen arvostelun tarkoituksena on asettaa eläimen ominaisuudet kahden biologisen ääripään väliselle janalle (Thompson ym. 1980, Thompson ym. 1983, Chu ja Shi 2000). Menetelmä on kehitetty alun perin Yhdysvalloissa, ja sen alkuperäinen tarkoitus oli arvioida holstein -karjan rakenneominaisuuksia (Králová ja Jiskrová 2017). Lineaarisen arvioinnin hyötynä pidetään sitä, että sen tulisi antaa tavanomaista, numeraaliseen ja sanalliseen tuomariarviointiin perustuvaa arvostelua objektiivisempi kuva arvosteltavasta eläimestä. Tavoitteena on, että lineaarisella arvioinnilla voidaan arvioida eläimen yksittäiset ominaisuudet erillään toisistaan (Thompson ym. 1980, Thompson ym. 1983, Chu ja Shi 2002, Rustin ym. 2009).

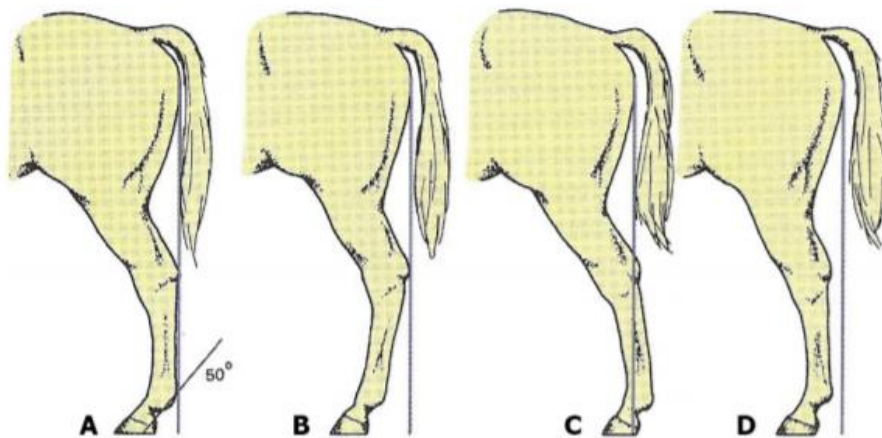
Hevosten lineaarisessa rakennearvostelussa arvioidaan yleensä hevosten jalka-asentoja (kuvat 1 – 3), liikeratoja (kuva 3), askellajeja, hyppykykyä, luonnetta ja yhteistyökykyä (Rustin ym. 2009, Lewczuk



Kuva 1. Takajalkojen rakenne takaapäin tarkasteltuna. Lineaarisella asteikolla asento numero 1 olisi keskiarvona. 1) Ihanteellinen asento. 2) Haja-asentoinen. 3) Suppuasentoinen. 4) Länkisäärinen. 5) Suppusäärinen. (Duberstein, 2016. Kuvan käyttämiseen saatu lupa.)

2013, Duensing ym. 2014, Viklund ja Eriksson 2018). Euroopassa lineaariseen arvostelumenetelmään hevosten rakennearvostelussa on siirrytty 1980-luvun lopusta alkaen. Hollannissa lineaariseen arvosteluun siirryttiin vuonna 1989 (Koenen ym. 1995), Tšekissä vuonna 1996 (Králová ja Jiskrová 2017) ja Belgiassa vuonna 2003 (Rustin ym. 2009). Ruotsissa lineaariseen arvosteluun siirryttiin vuonna 2013 (Viklund ja Eriksson 2018). Lineaarinen arvostelu on kehittynyt vuosien varrella ja arvostelulomakkeet ovat yksinkertaistuneet. Esimerkiksi vielä 1990-luvulla Hollannissa ominaisuuksien lineaarinen arviointiskaala oli 40 pisteen mittainen (Koenen ym. 1995), kun tänä päivänä eri ääripäiden välinen skaala on 9 pistettä (KWPN, 2018).

Lineaarisen arvioinnin kuuluisi vähentää tuomarin vaikutusta jalostusarvon ennusteeseen. Rustin ym. (2009) totesivat kuitenkin tutkimuksessaan, että tutkittaessa lineaarisen arvioinnin



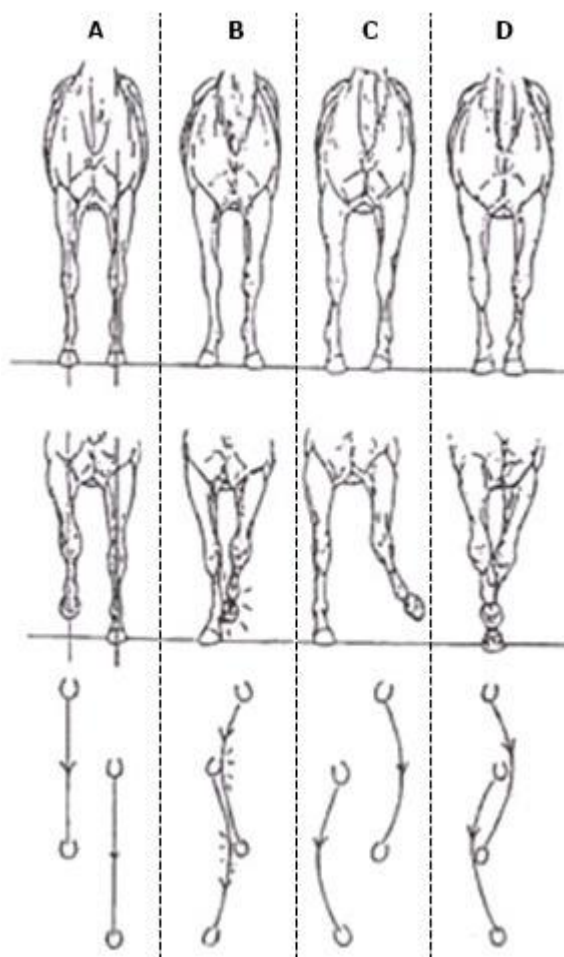
Kuva 2. Takaosan ja takajalan asento sivustapäin tarkasteltuna. A) takajalan ihanteellinen asento. B) takajalka on asettunut rungon alle, C) Jalka on asettunut rungosta pois päin. D) Suora jalka-asento. (Duberstein, 2016. Kuvan käyttämiseen saatu lupa.)

perinnöllisyysasteita, tuomarilla oli jonkin verran vaikutusta hevosen lopulliseen arvosteluun. Saman totesi myös Lewczuk (2013) nuorten hevosten irtohypytyksen lineaarista arviointia koskeneessa tutkimuksessaan. Koenen ym. (1995) huomasivat, että Hollannissa ensimmäisten vuosien aikana annetuissa lineaarisissa arvosteluissa oli havaittavissa perinteiseen arvosteluun verrattuna huomattavasti enemmän hajontaa. He olivat päättelleet, että hajonta johtui todennäköisesti eroista perinteisen ja lineaarisen arvioinnin välillä, sekä siitä, että tuomarit eivät olleet vielä täysin sisäistäneet uuden arvostelun skaalausta.

Lineaarista arviointia voidaan soveltaa myös ratsastuskokeissa. Tällöin myös ratsastajalla voi olla vaikutusta hevosen arvosteltaviin ominaisuuksiin (Koenen ym. 2004). Ratsastajan vaikutusta ei kuitenkaan voida käytännössä juurikaan ottaa huomioon arvostelun yhteydessä (Welker ym. 2018).

Králová ja Jiskrová (2017) havaitsivat omassa tutkimuksessaan, että myös arvosteluvuodella oli huomattava vaikutus lineaarisen arvioinnin tulokseen. Tutkimuksessa todettiin, että lineaarista arvostelua suorittavien tuomareiden koulutusta tulisi jatkuvasti päivittää ja ylläpitää, jotta arviointi olisi yhtenäinen ja mahdollisimman puolueeton.

Lineaarista arviointia käytetään Suomessa tällä hetkellä vain puoliverihevesten jalostusarvostelussa. Tällä hetkellä käytössä olevassa lineaarisessa arvostelupöytäkirjassa on arviointikohtansa paitsi hevosen rakenteellisille ominaisuuksille, myös askellajien, ratsastettavuuden ja luonteen arvioinnille



Kuva 3. Etujalkojen asento ja liikkeiden suoruus.

A) Suorat etujalat, suorat liikkeet.

B) Hajavarpaiset etujalat. Liikkeet kerivät.

C) Suppuvarpaiset etujalat. Melovat liikkeet.

D) Jalat ahtaat edestä. Liikkeessä ahdas.

(Duberstein, 2016. Kuvan käyttämiseen saatu lupa.)

(liitteet 1- 3, Ratsujalostusliitto 2019b, Hippos Ry 2019). Suomessa lineaarinen skaala on kokonaisuudessaan 9 pisteen mittainen (A-I, kuvat 4 – 8).

2.4 AIEMMAT TUTKIMUKSET

Tutkimuksia lineaarisesti arvosteltavien ominaisuuksien perinnöllisistä tunnusluvuista on olemassa toistaiseksi vielä melko vähän. Rustin ym. (2009) havaitsivat tutkimuksessaan lineaarisesta arvostelusta kohtalaisia periytymisasteita, vaihdellen 0,20 – 0,52 (takajalkojen lihaksikkuus – käynnin aktiivisuus). Ruotsissa vastaavanlaisessa tutkimuksessa Viklund ja Eriksson (2018) saivat tulokseksi huomattavasti alhaisempia periytymisasteita. Kyseisessä tutkimuksessa alhaisin periytymisaste havaittiin jalkaominaisuuksista takajalalle (0,10) ja korkein liikeominaisuuksista ravin elastisuudelle (0,54). Viklund ja Eriksson (2018) tutkivat omassa tutkimuksessaan erityisesti nuorten hevosten dataa, jonka vuoksi tulokset voivat olla poikkeavat esimerkiksi Rustinin ym. (2009) tuloksista. Viklundin ja Erikssonin (2018) tutkimuksessa aineisto oli Rustinin ym. (2009) tutkimusaineistoa laajempi. Koenen ym. (1995) puolestaan saivat omassa tutkimuksessaan korkeimmillaan 0,28 periytymisasteen ominaisuudelle lautasen muoto. Samaisessa tutkimuksessa esimerkiksi käynnin askelpituuden periytymisasteeksi saatiin melko matala 0,12, kun taas esimerkiksi Viklundin ja Erikssonin (2018) tutkimuksessa käynnin askelpituuden periytymisaste oli hieman korkeampi 0,32.

3 TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, miten hyvin lineaarisen arvioinnin osalta on onnistuttu sen käyttöönoton jälkeen, ja ovatko perinnölliset tunnusluvut linjassa aiempien, muualla tehtyjen vastaavien tutkimusten kanssa. Lineaarinen arviointi on ollut Hippoksen näyttelyissä käytössä vasta viisi näyttelykautta, ja arvioinnin onnistumisesta kaivattiin tarkempaa tietoa.

Tutkimuksessa keskityttiin tutkimaan jalkaominaisuuksien ja liikkeiden suoruuden ominaisuuksien keskinäisiä perinnöllisiä korrelaatioita ja periytymisasteita sekä askellajiominaisuuksien (käynti, ravi ja laukka) välisiä korrelaatioita ja periytymisasteita. Lisäksi vertailun kohteeksi otettiin jalka- ja askellajiominaisuuksien väliset geneettiset korrelaatiot.

Tutkimuksessa selvitettiin myös ei – perinnöllisten tekijöiden vaikutusta lineaarisen arvostelun tuloksiin.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 NÄYTTELYAINEISTO

Tutkimuksen aineistoina käytettiin vuosina 2015-2019 kerättyjä nuorten hevosten lineaarisia arvostelupöytäkirjoja, Kyvyt Esiin – katselmusten pöytäkirjoja, jalostusarvosteltavien tammojen pöytäkirjoja sekä maitovarsojen arvostelupöytäkirjoja. Lisäksi aineistoissa oli mukana vuoden 2019 Nuorten hevosten laatuarvostelu- pöytäkirjat sekä este- että kouluhevosten puolelta. Vuosien 2015 ja 2016 pöytäkirjoja oli käytetty aiemmin Marika Gröhnin opinnäytetyössä vuonna 2017 (Gröhn 2017). Aineisto saatiin tutkimusta varten Hippokselta.

Sähköiseen muotoon siirrettyjä tuloksia oli vuosilta 2017-2019 699 kpl ja vuosilta 2015-2016 493 kpl. Yhteensä näyttelypöytäkirjoja oli 1192 kpl. Joidenkin pöytäkirjojen osalta lineaarinen arviointi oli kokonaisuuden osalta puutteellinen, ja erityisesti vuoden 2017 maitovarsojen arvostelun kohdalla lineaarinen arviointi puuttui muutaman näyttelyn osalta täysin. Näille varsoille oli lineaarisen arvioinnin sijaan tehty sanallinen arviointi.

Aineistossa oli tuloksia sekä ruunien, orien että tammojen osalta. Tapahtumia oli järjestetty ympäri Suomea. Hevosten ikähaarukka oli 0 – 25. Näyttelypaikkakuntia oli aineistossa yhteensä 29 kpl.

Lineaarisen arvioinnin kirjainskaalana käytetään asteikkoa A-I, jolloin ominaisuuksien arviointiskaala on 9 pistettä. Tulosten käsittelyn helpottamiseksi kirjainarvosanat skaalattiin numeeriseksi (taulukko 3). Samaa skaalausta oli käytetty Marika Gröhnin vuonna 2017 valmistuneessa opinnäytetyössä, jossa käsiteltiin 2015 ja 2016 vuosien aikana arvosteltuja ratsuhevosten lineaarisia näyttelytuloksia (Gröhn 2017).

Näyttelyissä arvosteltavia ominaisuuksia oli hevosen ikäluokasta ja arvostelutilanteesta riippuen 18 – 56 (taulukko 4).

Taulukko 3. Lineaarisen arvosteluasteikon skaalaus numeroiksi.

A	1
B	2
C	3
D	4
E	5
F	6
G	7
H	8
9	9

Koko aineistossa arvosteltuja hevosia oli 1031 yksilöä. Aineiston analyyseissa huomioitiin vain hevosten viimeisimmät tulokset, yksi hevosta kohti. Kaksoistulosten poisto tehtiin, koska niitä oli aineistossa vähän ja toistuvuusmallin käyttäminen analyyseissa ei olisi ollut järkevää. Aineistoista poistettiin myös niitä hevosia, joilta puuttui useamman ominaisuuden lineaarinen arviointi tai UELN – numeroa ei löytynyt näyttelytulosten ja Hippoksen ylläpitämän hevosrekisterin avulla. Aineistoon jäi lopulta 915 yksilön havainnot. UELN – numero tulee sanoista Universal Equine Life Number, ja tarkoittaa kansainvälistä, yksilöllistä hevostunnusta, jonka avulla hevosen syntymämaa, - vuosi ja kantakirja voidaan tunnistaa (FEI).

4.1.1 ARVOSTELTAVAT OMINAISUUDET

Arvosteltavat ominaisuudet on lineaarisessa pöytäkirjassa ryhmitelty ominaisuustyyppien mukaan 9 eri ryhmään. Ryhmät ovat:

1. Tyyppi
2. Pää, kaula ja runko
3. Jalat ja liikkeiden suoruus
4. Käynti
5. Ravi
6. Laukka

Lisäksi osassa näyttelyitä arvosteltavia ominaisuuksia olivat myös:

7. Ratsastettavuus
8. Hyppykyky
9. Laukka (esteiden osalta)

Arvostelupöytäkirjassa lineaarisesti arvosteltavia ominaisuuksia on eniten Kyvyt Esiin – katselmuksien ja nuorten hevosten testien pöytäkirjoissa, yhteensä 56 kpl. Vähiten arvosteltavia kohteita on maitovarsilla, joiden pöytäkirjassa on 18 lineaarisesti arvosteltavaa ominaisuutta (taulukko 4). Erikoisuutena voidaan mainita, että maitovarsojen lineaarisessa arvioinnissa laukan ominaisuuksia on kolme, kun varsoille suunnatussa arvostelulomakkeessa laukan arviointia ei ole. Ero johtuu hevosten esitystavan erosta: maitovarsat juoksevat vapaana emänsä rinnalla ja usein esittävät laukkaa, mutta isompia varsoja esitetään suitsitettuna ihmisen vierellä käynnissä ja ravissa. Yhdelläkään hevosryhmällä arvosteltavia ominaisuusryhmiä ei ole seitsemää enempää.

Taulukko 4. Lineaarinen arvostelu ominaisuuksien, ominaisuusryhmien ja hevosryhmien perusteella.

Arvosteltava hevosryhmä	Lineaarisesti arvosteltavia ominaisuuksia	Ominaisuusryhmiä
Maitovarsat (0-11 kk)	18	6
Varsat (1-3v)	32	5
Jalostusarvosteltavat tammat (4< v)	42	7
Kyvyt esiin – katselmukset (2-4v)	56	6
3-vuotistesti, tammatesti (3-5v)	56	6
Laatuarvostelu (4v ja 5v varsonet tammat)	38 (askellajihevoset) 54 (estehevoset)	6

Tähän tutkielmaan valittavien ominaisuuksien määrää rajattiin käsiteltävän datan laajuuden ja määriteltävien tunnuslukujen suuren määrän takia. Osalla hevosista havaintoja oli kaikista 56 ominaisuudesta, ja vähimmillään havaintoja oli vain muutamasta ominaisuudesta (maitovarsat). Analyysiin valittiin lopulta yhteensä 5 ominaisuusryhmää, jossa oli kokonaisuudessaan 26 lineaarisesti arvosteltavaa ominaisuutta. Analyysiin valitut ominaisuusryhmät olivat

1. Tyyppi
2. Jalat ja liikkeen suoruus
3. Käynti
4. Ravi

5. Laukka

Kuvissa 4 – 8 on kuvattu analyysieihin valittujen ominaisuuksien arvostelupöytäkirjan arviointiskaalat sekä näiden ominaisuuksien biologiset ääripäät. Muiden ominaisuusryhmien arviointiskaalat löytyvät liitteistä.

FWB- jalostusohjeen mukainen jalostustavoite on tyypiltään lähempänä jaloa ja kevyttä kuin raskasta (Hippos Ry 2015) .

		Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan
1	Tyyppi	jalo/kevyt										raskas

Kuva 4. Tyyppi, yksi ominaisuus (Hippos Ry 2019c).

Jalkaominaisuuksissa jalostustavoite on useimmissa ominaisuuksissa keskellä lineaarista janaa (E). Oikeaan reunaan on mahdollista tehdä lisähuomioita, mikäli hevosella on jalka-asennoissa muuta huomautettavaa. Oikeaan laitaan lisättävät huomiot ovat lähinnä epätoivottuja ominaisuuksia (Hippos Ry 2015).

Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
14	Sääri	vankka									hento	etujalat <input type="checkbox"/> takajalat <input type="checkbox"/>
15	Etujalka	koukkupolvi									sapelijalkainen	supistunut etusääri <input type="checkbox"/> yhdensuuntaissiirtymä/ vino polvi <input type="checkbox"/>
16	Etuvuohinen	pysty									vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
17	Kinner	kiverä									suora	supistunut sääri <input type="checkbox"/>
18	Takavuohinen	pysty									vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
19	Etujalan asento	suppuvarpainen									hajavarpainen	haja-asentoinen <input type="checkbox"/>
20	Liikkeiden suoruus, etujalat	kerii									meloo	ahdas <input type="checkbox"/>
21	Takajalan asento	pihtinen									länkinen	
22	Liikkeiden suoruus, takajalat	ahtaat									levittää	epävakaa kinner <input type="checkbox"/>
23	Kaviot	suuret									pienet	pukinkavio <input type="checkbox"/> lattakavio <input type="checkbox"/>

Kuva 5. Jalat ja liikkeiden suoruus, yhteensä 10 ominaisuutta (Hippos Ry 2019c).

Askellajiominaisuuksista suurimmassa osassa jalostustavoite on lähempänä lineaarisen asteikon vasenta laitaa. Kuitenkaan esimerkiksi käynnin aktiivisuus – ominaisuudelle ei ole toivottavaa kiireisyys. Passimaisuus käynnissä on epätoivottava ominaisuus (Hippos Ry 2015, SRL 2020).

LIIKKEET			Keskiarvo									Kommentti	
		Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
24	Käynnin tahti	säännöllinen										epäsäännöllinen	passimainen <input type="checkbox"/>
25	Käynnin askelpituus	matkaavoittava										lyhyt	
26	Käynnin aktiivisuus	aktiivinen										hidas	
27	Käynnin irtonaisuus	irtonainen										jäykkä	

Kuva 6. Käynti, yhteensä 4 ominaisuutta (Hippos Ry 2019c).

Sekä ravin että laukan ominaisuuksille olisi suotavaa sijoittua mahdollisimman vasempaan laitaan lineaarisella arviointiasteikolla. Laukan nelitahtisuus ja toistuva ristilaukka ovat epätoivottuja ominaisuuksia (Hippos Ry 2015, SRL 2020).

		Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
28	Ravin tahti	säännöllinen										epäsäännöllinen	
29	Ravin pituus	matkaavoittava										lyhyt	
30	Ravin irtonaisuus	irtonainen										lukkiutunut/jäykkä	
31	Ravin lennokkuus	lennokas/energinen										matala/voimaton	
32	Takajalkojen aktiivisuus ravissa	hyvin rungon alla										jättää taakse	

Kuva 7. Ravi, yhteensä 5 ominaisuutta (Hippos Ry 2019c).

		Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
33	Laukan rytmi	säännöllinen										epäsäännöllinen	nelitahtista <input type="checkbox"/>
34	Laukan askelpituus	pitkä										lyhyt	
35	Laukan elastisuus	elastinen										jäykkä	
36	Laukan tasapaino	hyvä tasapaino										huono tasapaino	toistuva ristilaukka <input type="checkbox"/>
37	Laukan aktiivisuus/energisyys	voimakas										heikko	
38	Liikkeiden suunta	ylämäkeen										etupainoinen	

Kuva 8. Laukka, yhteensä 6 ominaisuutta (Hippos Ry 2019c).

Ominaisuusryhmien valinta tehtiin niiden havaintomäärien perusteella. Esimerkiksi tyyppi – ja jalkaominaisuuksille oli havaintoja useimmissa arvostelulomakkeissa. Tutkimuksen kohteeksi valittiin myös osa kyseisten ominaisuuksien välisistä korrelaatioista. Askellajiominaisuudet valittiin mukaan analyysiin, koska niiden oli aiempien tutkimusten yhteydessä havaittu korreloivan geneettisesti jalkaominaisuuksien kanssa (Posta ym. 2009). Askellajiominaisuuksista ei ollut kuitenkaan yhtä kattavaa havaintomäärää kuin jalkaominaisuuksista.

Alkuperäisessä aineistossa oli 43 muuttujaa, kun hevosen nimi, ikä, sukupuoli, syntymävuosi, näyttelyaika, -paikka ja – vuosi laskettiin mukaan. Lisäksi aineistoon lisättiin kaksi uutta muuttujaa, vuodenaika (talvi, kevät, kesä, syksy) sekä näyttelypaikka ja näyttelyn ajankohta yhdistettynä paikka - aika – muuttujana. Paikka – aika – muuttujan tarkoitus oli kuvata arvostelijavaikutusta hevosten tuloksiin. Aineiston käsittelyssä ei otettu huomioon hevoselle mahdollisesti annettuja, perinteisen numeraalisen arvostelun kokonaispisteitä ja palkintosijoja. Käsittelyssä ei myöskään huomioitu hevosten säkä- tai lautaskorkeutta, sillä tietoja ei ollut kattavasti koko aineiston osalta. Käsiteltävien ominaisuuksien rajaamisen jälkeen dataan jäi yhteensä 35 muuttujaa, joista 9 oli selittäviä ja 26 selitettäviä muuttujia:

hevosen UELN eli ID - numero, syntymävuosi, ikä, arvostelupaikka, arvosteluvuosi, arvostelun ajankohta, yhdistetty aika - paikka, vuodenaika, sukupuoli, tyyppi, sääri, etujalka, etujalan asento, etuvuohinen, liikkeiden suoruus - etujalat, kinner, takajalan asento, takavuohinen, liikkeiden suoruus - takajalat, kaviot, käynnin tahti, käynnin askelpituus, käynnin energisyys, käynnin irtonaisuus, ravin tahti, ravin pituus, ravin irtonaisuus, ravin lennokkuus, takajalkojen aktiivisuus, laukan rytmi, laukan askelpituus, laukan elastisuus, laukan tasapaino, laukan energia, ja liikkeiden suunta.

4.2 SUKULAISSUUSAINEISTO

Hevosten sukulaisuusaineistoa hyödynnettiin eläimen oman UELN- numeron, isän ja emän UELN-numeroiden avulla. Alkuperäisessä sukulaisuusaineistossa eläinten ID-tunnuksia oli yli 100 000. Sukulaisuusaineisto koostui Hippoksen ylläpitämästä datasta, jossa on lämminveristen ratsuhevosten sukulaisuustietoja aina 1900 - luvun alusta alkaen.

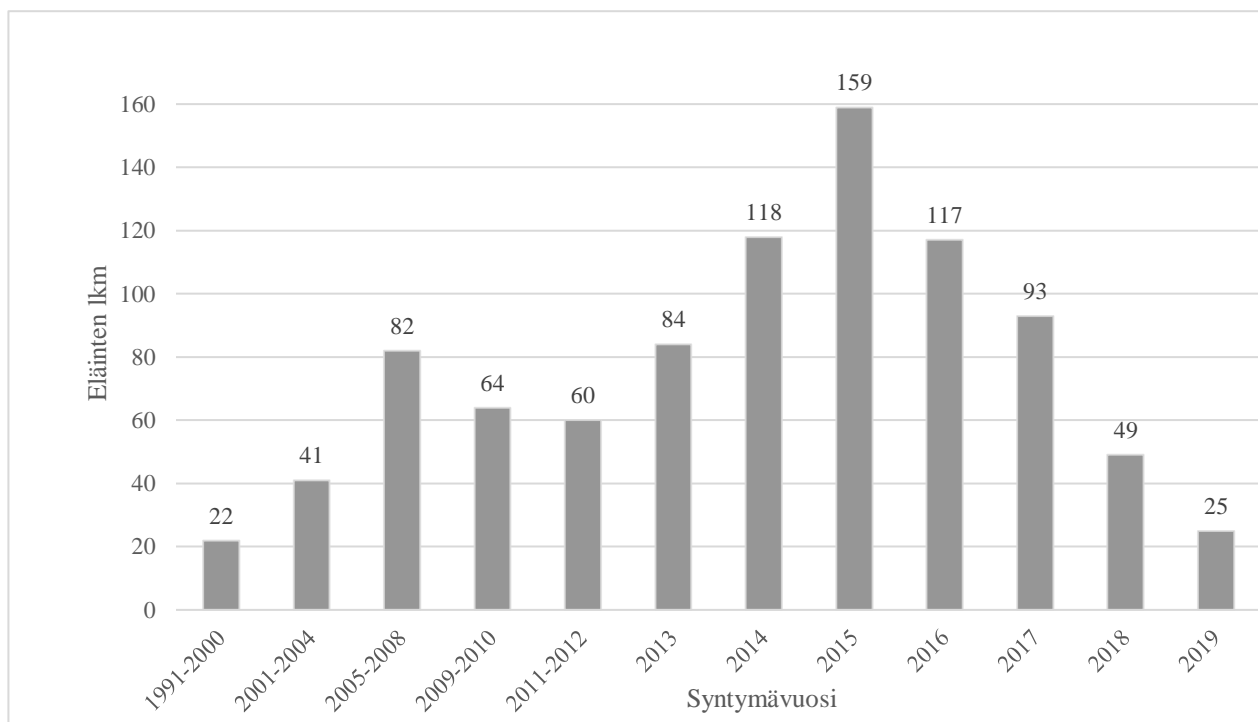
Tämän tutkimuksen sukulaisuusaineistossa käytettiin hevosia, joiden syntymäaika oli aikaisintaan vuonna 1930. Rajausta syntymävuoden osalta tehtiin aineiston helpomman käsiteltävyyden takia. Samalla tarkistettiin, että sukulaistiedot olisivat aineiston hevosilla mahdollisimman täydelliset ja ulottuisivat yhtä kauas. Syntymävuosirajauksen jälkeen aineistossa oli mukana yhteensä 62 164

eläintä. Sukulaisuusaineisto yhdistettiin näyttelyhavaintoihin RelaX2- ohjelmistolla (versio RelaX2 v. 1.90). Näyttelyaineistosta 807 hevoselle löytyi sukulaisuusaineistoa vastaava tieto ja 109 hevosien kohdalla sukutietoja ei löytynyt. Puuttuvista 109 hevosesta suuri osa oli merkitty rekisteriin ratsuponiksi, jolloin joko toinen tai molemmat vanhemmista ovat ponirotuisia.

4.3 OMINAISUUKSIIN VAIKUTTANEET YMPÄRISTÖTEKIJÄT

Syntymävuosi

Aineiston eläinten syntymävuodet vaihtelivat välillä 1991 – 2019. Eniten havaintoja oli vuonna 2015 syntyneillä hevosilla, yhteensä 159 kpl (kuva 9). Vuosien 1991 – 2012 havainnot on kuvaajassa yhdistetty useamman vuoden välein, sillä näiden vuosien osalta oli vain vähän havaintoja vuotta kohti. Syntymävuosi puuttui yhdeltä aineiston hevoselta.



Kuva 9. Hevosten osuus aineistossa syntymävuoden mukaan. Y- akselilla eläinten lukumäärä, X – akselilla havaintovuodet.

Ikäjakauma

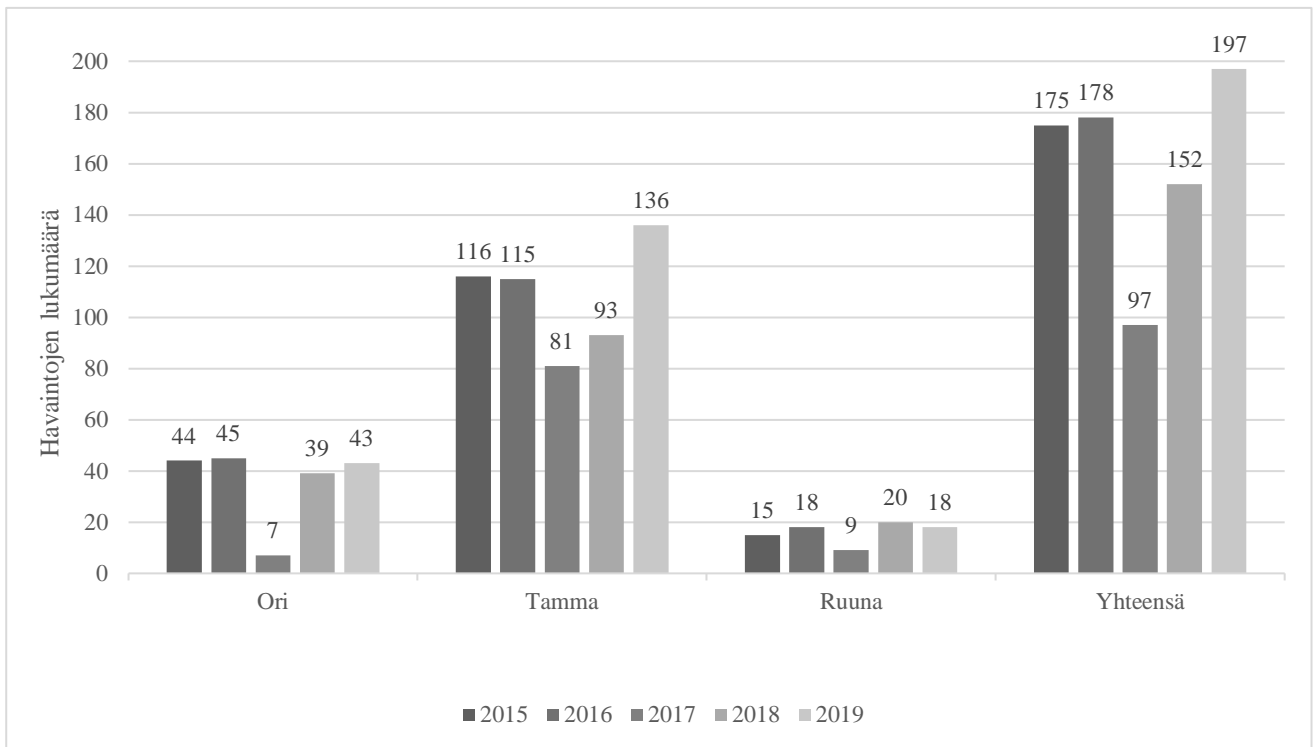
Yksittäisistä ikäluokista eniten hevosia oli esitetty 2 – 3 – vuotiaina (taulukko 5). Hevosia oli arvosteltu kumulatiivisesti eniten ikävuosina 0-5. Suurin osa aineiston hevosista oli saanut arvostelun 0-3 ikävuoden välillä. Hevosten ikä vaihteli aineistoissa 0 - 25 välillä.

Taulukko 5. Vuosina 2015- 2019 lineaarisesti arvosteltujen hevosten lukumäärät ikäluokittain.

Vuosi	0	1	2	3	4	5	6 <	Yhteensä
2015	8	34	40	34	0	7	52	175
2016	13	25	48	34	6	2	55	183
2017	16	27	40	28	5	5	53	174
2018	12	23	51	42	1	4	19	152
2019	25	38	54	28	42	7	37	231
Yhteensä	74	147	233	166	54	25	216	915

Sukupuolijakauma

Hevosista oli edustettuna molempia sukupuolia ja urospuolisista hevosista sekä ruunia että oreja. Aineistossa näitä merkattiin numeraalisesti: 1= ori, 2= tamma, 3= ruuna. 116 hevoselle ei ollut merkitty sukupuolta näyttelypöytäkirjaan. Sukupuolijakaumasta pystyttiin toteamaan, että eniten arvosteluja oli vuosina 2015-2019 annettu tammoille (kuva 10). Tammoja oli näytetty tasaisesti kaikissa ikäryhmissä. Muokatussa aineistossa havaintoja oli oreille 178, tammoille 541 ja ruunille 80 kpl. Sukupuoli oli ilmoitettu yhteensä 799 hevoselle. Vuonna 2015 kaikkien hevosten sukupuoli oli ilmoitettu näyttelyn yhteydessä.



Kuva 10. Sukupuolijakaumat vuosittain. Y – akselilla havaintojen lukumäärä, X – akselilla eläimet sukupuolen ja havaintovuoden mukaan ryhmiteltyinä.

Ikä- ja sukupuolijakauma

Sukupuolten välillä oli havaittavissa eroja ikäjakauman ja havaintojen lukumäärän suhteen. Tammoja oli esitetty eniten kaikissa ikäluokissa, ja selvästi myös vanhempina kuin oreja. Yksittäisestä ikä- ja sukupuoliryhmästä eniten oli esitetty 2- vuotiaita tammoja (taulukko 6).

Taulukko 6. Hevosten osuus aineistosta iän ja sukupuolen mukaan.

	0	1	2	3	4	5	6 <	Yht
Tamma	26	55	95	94	35	24	212	541
Ori	23	61	74	8	11	0	1	178
Ruuna	0	1	23	46	7	1	2	80
Yhteensä	49	117	192	148	53	25	215	799

Vuodenaika

Vuodenaikaa kuvattiin näyttelyn järjestämisajankohdan mukaan (taulukko 7). Hevosia oli arvosteltu eniten syksyllä (432 havaintoa), toiseksi eniten keväällä (281 havaintoa) ja vähiten kesällä (201 havaintoa). Talvikaudelta oli 1 havainto.

Taulukko 7. Havainnot vuodenaikojen mukaan

Vuodenaika	Koodi	Havainnot, kpl
kesä- elokuu	kesä = 1	201
syys-marraskuu	syksy = 2	432
joulu – helmikuu	talvi = 3	1
maalis-toukokuu	kevät = 4	281
Yhteensä		915

Paikka

Näyttelypaikkakuntia oli aineistossa yhteensä 29 (taulukko 8). Paikkakunnat sijaitsivat ympäri Suomea. Yhtenä paikkakuntana merkittiin Ypäjällä järjestettävä European Breeding Event of Finland, eli EBEF. EBEF on vuosittain järjestettävä nuorten hevosten ja varsojen näyttely, jota järjestävät Suomen Hannoveriyhdistys, Suomen Hippos ja Ypäjän Hevosopisto (EBEF 2019).

Näyttelyaika ja – vuosi

Näyttelyaika – muuttujalla tarkoitettiin näyttelyn päivämäärää, jolloin näyttely oli pidetty. Aika – muuttujia oli yhteensä 62. Havainnot oli päivämäärän mukaan tehty 1 – 45 / näyttelypäivä. Keskimäärin päivän aikana oli arvioitu 14,7 eläintä näyttelyä kohden. Havaintoväli oli 14.5.2015 - 15.10.2019. Näyttelyvuosia olivat datan keruuvuodet, 2015 – 2019. Jokaiselta vuodelta oli havainnot. Keskimäärin vuodessa oli järjestetty 12,4 arvointitapahtumaa.

Taulukko 8. Näyttelyaineiston paikkakunnat ja havainnot paikkakunnittain.

Paikkakunta	Havaintoja yhteensä
Ebef	35
Espoo	1
Haarajoki	8
Huittinen	76
Järvenpää	44
Kiuruvesi	24
Kontiolahti	14
Korpilahti	13
Kuopio	13
Lahti	10
Lappeenranta	3
Lieto	4
Littoinen	23
Lohja	37
Maaninka	62
Maarianhamina	12
Nurmijärvi	6
Oulu	13
Pornainen	64
Porvoo	12
Ruukki	19
Salo	16
Seinäjoki	13
Siilinjärvi	19
Sipoo	120
Sotkamo	26
Warendorf	1
Vöyri	18
Ypäjä	214
Yhteensä 29	915

Paikka – aika

Paikka-aika- muuttuja luotiin yhdistämällä näyttelyn ajankohta ja näyttelypaikan koodi. Lopullisessa aineistossa paikka-aika – muuttujia oli yhteensä 77. Paikka-aika – muuttujalla pyrittiin paitsi huomioimaan tuomarin vaikutusta, myös tuomaan esille, että joinain päivinä järjestettiin yhtäaikaista arviointitapahtumia useammalla eri paikkakunnalla.

4.4 TILASTOLLISET MENETELMÄT

Vuosien 2017 - 2019 pöytäkirjat siirrettiin analyyseja varten sähköiseen muotoon siirtämällä tiedot paperisista pöytäkirjoista Microsoft Exceliin (versio 1908). Gröhnin (2017) opinnäytetyötään varten tallentamat näyttelytiedot vuosilta 2015 ja 2016 siirrettiin samaan taulukkoon 2017-2019 vuosien näyttelytietojen kanssa, ja vuosien 2015 - 2016 tietoihin lisättiin hevosten UELN -numerot. Aineistoista poistettiin havainnot, joita ei voinut tarkastella lineaarisesti. Tällaisia olivat maininnat ja huomiot muun muassa hevosten ahtaista etu- tai takajalkojen liikkeistä, passimaisesta käynnistä tai epävakasta kintereestä (kuvat 5 – 8). Kyseisiä mainintoja oli koko aineistossa vain muutamia.

Aineistosta laskettiin perustunnusluvut, kuten keskiarvo, hajonta ja vaihteluväli, R- ohjelmistolla (R version 3.4.2). Ohjelmaa käytettiin myös aineiston muokkaamiseen, varianssianalyysiin sekä pienimmän neliösumman laskemiseen.

Aineistossa 99 hevosella oli useampi kuin yksi arvostelu. Arvosteluja yhtä hevosta kohti oli enintään 5. Useammalla näistä 99 hevosesta oli 2 arvostelukertaa. Lopuilla 932 hevosella oli vain yksi näyttelytulos. Koska suurimmalla osalla hevosista oli vain yksi tulos, aineistoon jätettiin kaikilta hevosilta viimeisin havaittu näyttelytulos. Hevoset, joilla lineaarista arviointia oli tehty vain muutaman arviointikohdan osalta, poistettiin analyyseista. Aineistosta poistettavat hevoset olivat lähes kaikki maitovarsoja. Tilastollista analyysia varten myös ne hevoset, joiden ID – numeroa ei ollut pöytäkirjassa, poistettiin datasta. Tilastollinen analyysi suoritettiin R- ohjelmistolla. Aiemmissa tutkimuksissa lineaarisesti arvosteltavien ominaisuuksien oli havaittu olevan normaalisti jakautumalla (Rustin ym. 2009). Myös tässä tutkimuksessa tutkitut ominaisuudet sijoittuvat arviointien osalta lähelle normaalijakaumaa (liitteet). Kiinteiden tekijöiden merkitsevyyttä testattiin F – testillä.

4.4.1 ANALYYSEISSA KÄYTETYT MALLIT

Varianssianalyysia varten testattiin useampaa eri mallia, joista kaikista tuli hyvin samansuuntaisia tuloksia. Lopulliseen malliin valittiin kiinteät tekijät, joilla havaittiin olevan selkeä tilastollinen vaikutus useampaan ominaisuuteen. Muuttujat, joilla ei havaittu olevan vaikutusta tai vaikutus oli erittäin vähäinen, jätettiin mallista pois. Tällaisia muuttujia olivat esimerkiksi syntymävuosi ja näyttelypaikka.

Analyyseihin valitun mallin R^2 oli useamman ominaisuuden kohdalla yli 0,25 ja selkeästi suurempi kuin muissa malleissa. Parhaimmillaan R^2 oli 0,52 laukkaominaisuuksille.

Perinnöllisten tunnuslukujen analyyseissa käytetty lopullinen malli:

$$y_{ijklmn} = \text{vuosi}_i + \text{vuodenaika}_j + \text{paikka} - \text{aika}_k + \text{ikä}_l + \text{sukupuoli}_m + \text{eläin}_n + \text{residuaali}_{ijklmn}$$

missä

$$y_{ijklmn} = \text{havainto eläimen ominaisuudesta}$$

Mallin kiinteät tekijät:

$$\text{vuosi}_i = \text{näyttelyvuosi}$$

$$\text{vuodenaika}_j = \text{näyttelyn vuodenaika}$$

$$\text{paikka} - \text{aika}_k = \text{näyttelyn ajankohta} + \text{paikka}$$

$$\text{ikä}_l = \text{hevosen ikä näyttelyn hetkellä}$$

$$\text{sukupuoli}_m = \text{hevosen sukupuoli}$$

Mallin satunnaistekijät:

$$\text{eläin}_n = \text{eläimen additiivinen geneettinen vaikutus}, N(0, \mathbf{A}\sigma_a^2)$$

$$\text{residuaali}_{ijklmn} = \text{jäännösarvo}, N(0, \mathbf{I}\sigma_e^2)$$

missä

$$\mathbf{A} = \text{eläinten välinen sukulaisuusmatriisi}$$

$$\mathbf{I} = \text{identiteettimatriisi}$$

Kiinteiksi tekijöiksi valittiin hevosen sukupuoli, ikä, paikka- aika -tekijä, näyttelyn aika sekä vuodenaika. Sukupuoliluokkia oli kolme, ikäluokkia yhteensä 25 kpl ja vuodenaikaluokkia 4. Paikka – aika – muuttujia oli 77 kpl. Suuresta luokkakoosta huolimatta paikka- aika - muuttuja jätettiin kiinteisiin tekijöihin, sillä se satoi tuloksia sekä näyttelyn paikkakuntaan että ajankohtaan. Molempien vaikutuksesta tuloksiin haluttiin lisää tietoa.

Satunnaisia tekijöitä mallissa olivat eläimen additiivinen geneettinen arvo ja jäännösarvo.

4.5 PERIYTYMISASTEET JA GENEETTISET KORRELAATIOT

Perinnöllisyysasteiden analysointia varten muokattu näyttelyaineisto yhdistettiin Hippokselta saatuun sukulaisuusdataan RelaX2-ohjelmistolla (versio RelaX2 v. 1.90). Sukulaisuusaineistossa oli alun perin yli 100 000 yksilöä, joiden syntymäajat ulottuivat 1900 – luvun alkupuolella asti. Perinnöllisyysasteet analysoitiin DMU- ohjelmalla (versio 6, release 5.2, Madsen ja Jensen 2013). Analyysimenetelmänä oli AI-REML, Average Information Restricted Maximum Likelihood. DMU – ohjelmalla laskettiin myös ominaisuusparien geneettiset ja fenotyypiset korrelaatiot sekä geneettisen korrelaation keskivirhe. Geneettistä korrelaatiota mallinnettiin paitsi automaattisilla lähtöarvoilla, myös ominaisuuksien varianssiarvoilla. Suurta eroa kahden mallin välillä ei havaittu. Lopullisena mallina käytettiin muokattujen lähtöarvojen mallia. Geneettisten korrelaatioiden laskennan yhteydessä laskettiin myös kahden ominaisuuden mallia käyttäen ominaisuuksien periytymisasteet. DMU- ohjelmisto laski periytymisasteet keskimäärin 613 näyttelytuloksen perusteella.

4.5.1 KÄYTETYT LASKENTAKAAVAT

Perinnöllisyysasteiden laskennassa käytettiin kaavaa

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2} \quad (1)$$

missä

σ_a^2	additiivinen geneettinen varianssi
$\sigma_a^2 + \sigma_e^2 = \sigma_p^2$	fenotyypinen varianssi
σ_e^2	jäännösvarianssi
h^2	perinnöllisyysaste.

5 TULOKSET

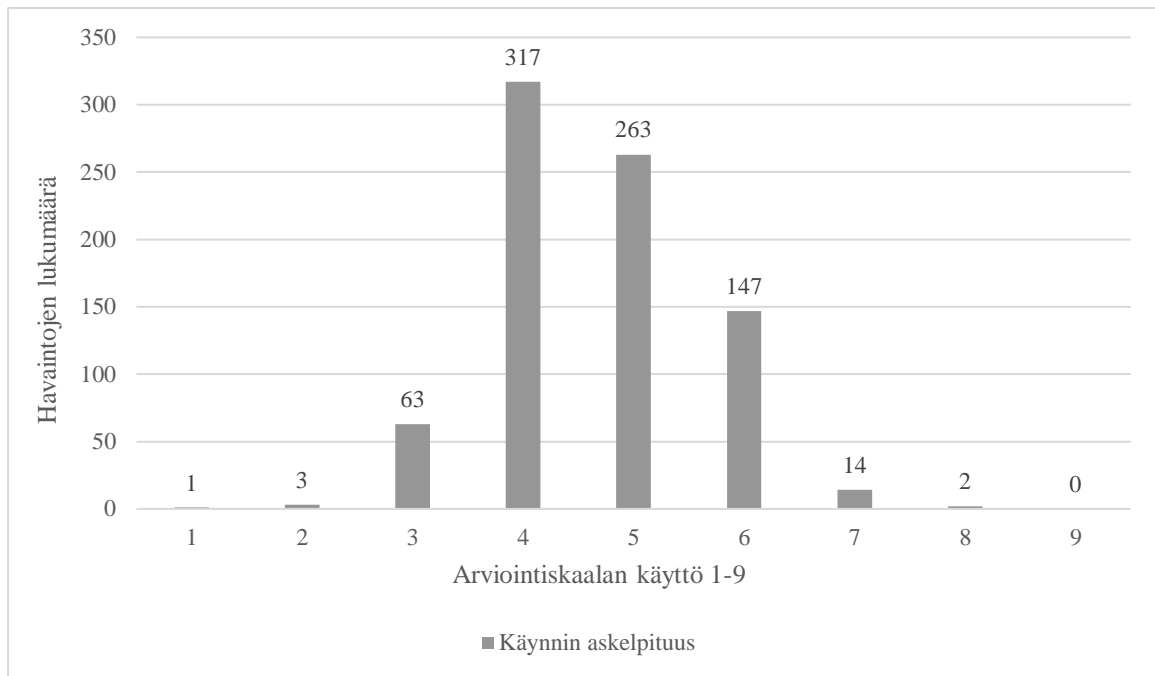
5.1 TUTKITTAVIEN OMINAISUUKSIEN TILASTOLLISET TUNNUSLUVUT

Aineistossa ominaisuuksiin vaikuttavia selittäviä muuttujia olivat hevosen syntymävuosi, ikä, arvostelupaikka, arvosteluvuosi, ajankohta, yhdistetty paikka - aika, vuodenaika sekä hevosen sukupuoli. Hevosen lineaarisesti arvosteltavat ominaisuudet olivat selitettäviä muuttujia. Lineaarisista ominaisuuksista laskettiin ominaisuuksien keskiarvo, varianssi, keskihajonta, havaintojen määrä sekä vaihteluväli R-ohjelmistolla (taulukko 9).

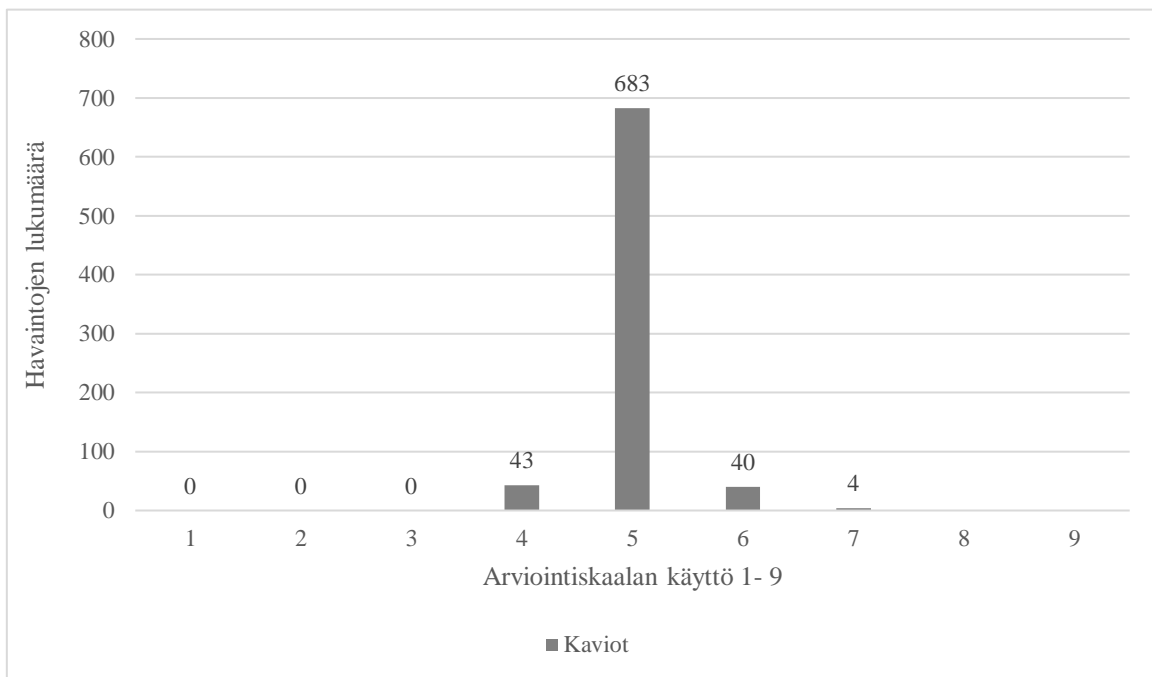
Ominaisuuksien arvioinnissa lineaarista arvosteluasteikkoa oli käytetty välillä 1-8 (liite 4). Eniten skaalaa oli käytetty käynnin askelpituutta arvioitaessa (kuva 11) ja vähiten etujalkaa, etujalan asentoa, kinnertä, takajalan asentoa, takavuohista ja kavioita (kuva 12) sekä käynnin tahtia arvioitaessa. Kaikkien näiden skaalavaihtelu oli 3 ja 7 välillä. Samansuuntaisia havaintoja skaalan käytöstä olivat saaneet myös Viklund ja Eriksson (2018) omassa tutkimuksessaan.

Taulukko 9. Tutkittavien ominaisuuksien tilastolliset tunnusluvut.

Ominaisuus	Keskiarvo	Varianssi	S.D.	n	min	max
Tyyppi	4,63	1,18	1,09	877	1	7
Sääri	5,01	0,32	0,57	868	3	7
Etujalka	5,23	0,28	0,53	820	3	7
Etujalan asento	5,05	0,68	0,83	819	3	7
Etuvuohinen	5,19	0,37	0,62	825	1	7
Liikkeiden suoruus, etujalat	4,97	0,46	0,68	816	3	7
Kinner	4,70	0,45	0,67	815	3	7
Takajalan asento	5,01	0,22	0,47	811	3	7
Takavuohinen	5,19	0,32	0,57	824	3	7
Liikkeiden suoruus, takajalat	4,55	0,52	0,72	832	1	7
Kaviot	5,01	0,13	0,36	770	4	7
Käynnin tahti	5,08	0,17	0,41	807	3	7
Käynnin askelpituus	4,66	0,91	0,96	810	1	8
Käynnin aktiivisuus	4,92	0,49	0,70	852	2	7
Käynnin irtonaisuus	4,79	0,78	0,88	810	2	7
Ravin tahti	4,97	0,17	0,41	839	3	8
Ravin pituus	4,83	0,72	0,85	799	3	8
Ravin irtonaisuus	4,93	0,76	0,87	840	2	8
Ravin lennokkuus	4,75	0,96	0,98	154	3	7
Takajalkojen aktiivisuus ravissa	5,01	0,70	0,84	798	2	7
Laukan rytmi	5,03	0,14	0,37	282	2	7
Laukan askelpituus	4,81	0,67	0,82	315	2	7
Laukan elastisuus	5,03	0,64	0,80	315	2	7
Laukan tasapaino	4,83	0,66	0,81	315	2	7
Laukan energisyys	4,75	0,75	0,87	282	2	7
Liikkeiden suunta	5,02	0,62	0,79	545	2	7



Kuva 11. Ominaisuudelle ”Käynnin askelpitus” annetut arvosanat lineaarisella asteikolla. Y – akselilla havaintojen määrä, X – akselilla lineaarinen arvosana numeraaliseksi skaalattuna.



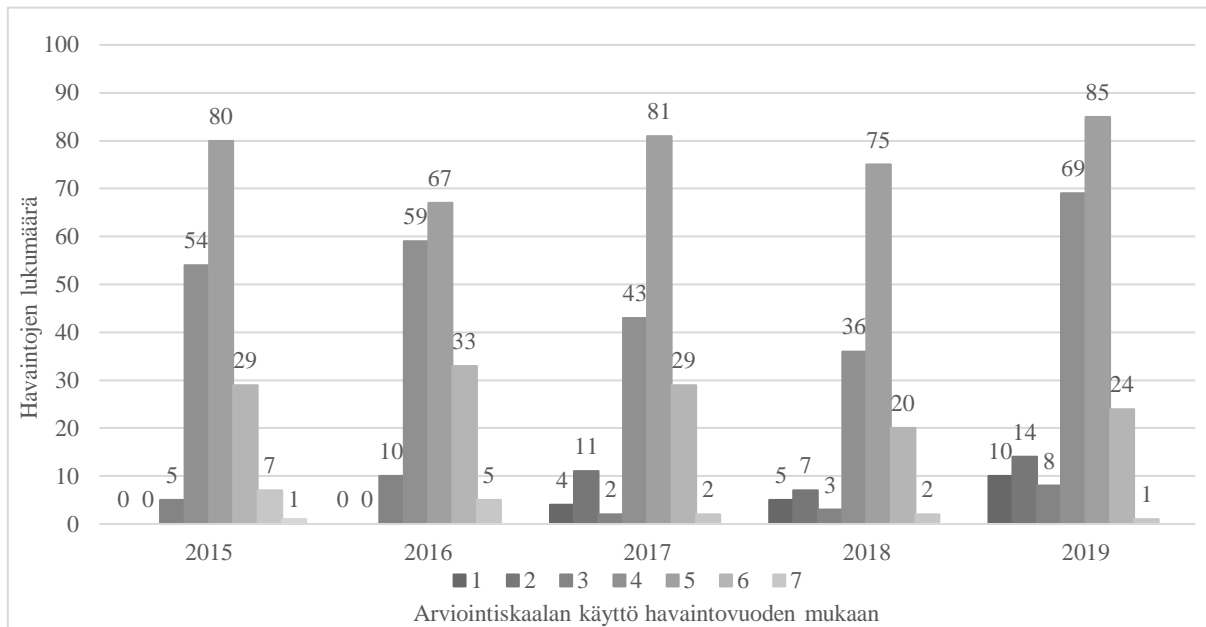
Kuva 12. Ominaisuudelle ”Kaviot” annetut arvosanat lineaarisella asteikolla. Y – akselilla havaintojen määrä, X – akselilla lineaarinen arvosana numeraaliseksi skaalattuna.

5.2 KIIINTEIDEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS TULOKSIIN

Kiinteiden tekijöiden vaikutusta testattiin R-ohjelmistolla F- testillä (taulukko 10). Valitun lineaarisen mallin R^2 vaihteli ominaisuuksien osalta 0,16 - 0,52 välillä.

Taulukko 10. Kiinteiden tekijöiden merkitsevyydet arvosteltaviin ominaisuuksiin. Tilastollista merkitsevyyttä kuvattiin seuraavasti: ‘***’= 0, ‘**’= 0.001, ‘*’ = 0.01, ‘.’= 0.05, ns = ei tilastollista merkitsevyyttä.

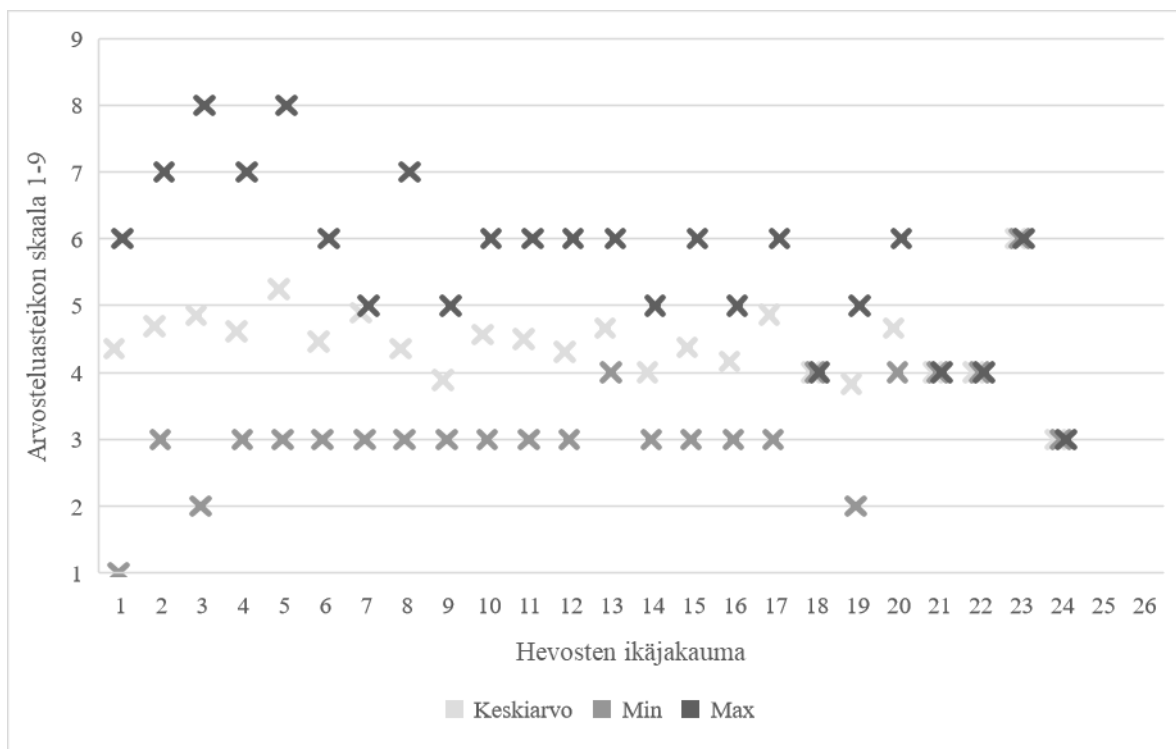
Ominaisuus	Vuodenaika	Vuosi	Ikä	Sukupuoli	Paikka- aika
Tyyppi	ns	***	***	ns	
Sääri	ns	**	***	***	***
Etujalka	ns	ns	.	ns	ns
Etujalan asento	***	.	***	**	ns
Etuvuohinen	ns	ns	***	ns	***
Liikkeiden suoruus, etujalat	.	.	.	ns	ns
Kinner	ns	ns	ns	ns	.
Takavuohinen	ns	ns	***	ns	ns
Takajalan asento	**	***	***	ns	**
Liikkeiden suoruus, takajalat	*	ns	***	ns	*
Kaviot	***	ns	ns	ns	**
Käynnin tahti	*	ns	.	*	***
Käynnin askelpituus	*	ns	***	ns	ns
Käynnin aktiivisuus	ns	*	**	.	*
Käynnin irtonaisuus	*	ns	***	ns	ns
Ravin tahti	**	***	***	ns	**
Ravin pituus	ns	.	*	*	***
Ravin irtonaisuus	ns	*	*	ns	**
Ravin lennokkuus	ns	*	*	ns	**
Takajalkojen aktiivisuus	*	*	ns	*	.
Laukan rytmi	***	***	**	ns	***
Laukan askelpituus	ns	ns	.	ns	*
Laukan elastisuus	ns	**	ns	ns	ns
Laukan tasapaino	ns	ns	ns	*	.
Laukan energia	.	ns	ns	*	*
Liikkeiden suunta	ns	.	**	.	.



Kuva 13. Tyypin pisteytys ja hajonta näyttelyvuosittain. Y – akselilla havaintojen lukumäärä, X- akselilla pisteytys (1 -7) havaintovuoden mukaan.

Havaintovuodella oli F- testin perusteella tilastollista merkitsevyyttä muun muassa tyyppiin. Kuvassa 13 on esitetty tyyppille annettujen arvosanojen hajonta havaintovuosittain.

Iällä oli tilastollista merkitsevyyttä muun muassa askellajiominaisuuksista käynnin askelpituuteen (kuva 14).



Kuva 14. Käynnin askelpituudesta annettujen arvosanojen hajonta hevosen ikävuoden mukaan. X-akselilla hevosten ikäjakauma, Y-akselilla lineaarisen arvosteluasteikon pisteet numeraalisina (1-9).

5.3 PERIYTYMISASTEET

5.3.1 TYYPIN JA JALKAOMINAISUUKSIEN PERIYTYMISASTEET

Tyypin ja jalkaominaisuuksien perinnöllisyyden tunnusluvut olivat vaihtelevia (taulukko 11). Jalkaominaisuuksien osalta periytymisasteet olivat erittäin matalia ja joillain ominaisuuksilla jopa nolla. Periytymisasteet eivät poikenneet tilastollisesti merkitsevästi nolasta.

Taulukko 11. Tyypin ja jalkaominaisuuksien perinnöllisyyden tunnusluvut.

Ominaisuus	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2	SE
Tyyppi	0,27	0,93	1,21	0,23	0,13
Sääri	0,00	0,95	0,95	0,00	0,10
Etujalka	0,01	1,84	1,85	0,01	0,09
Etujalan asento	0,04	1,31	1,36	0,03	0,10
Etuvuohinen	0,00	1,05	1,05	0,00	0,09
Liikkeiden suoruus, etujalat	0,04	1,17	1,21	0,03	0,10
Kinner	0,03	1,26	1,28	0,02	0,10
Takajalan asento	0,00	1,17	1,17	0,00	0,10
Takavuohinen	0,00	1,01	1,01	0,00	0,09
Liikkeiden suoruus, takajalat	0,11	0,88	0,99	0,11	0,12
Kaviot	0,00	1,36	1,36	0,00	0,10
Keskiarvo				0,04	0,11

5.3.2 ASKELLAJIOMINAISUUKSIEN PERIYTYMISASTEET

Askellajien periytymisasteet vaihtelivat heikosta kohtalaiseen. Tilastollisesti nolasta poikkeava periytymisaste havaittiin ainoastaan ravin irtonaisuudelle (taulukko 12).

Taulukko 12. Askel-lajiominaisuuksien perinnöllisyysasteet.

Ominaisuus	σ^2_a	σ^2_e	σ^2_p	h^2	SE
Käynnin tahti	0,16	0,80	0,95	0,16	0,13
Käynnin askelpituus	0,41	1,12	1,53	0,27	0,14
Käynnin aktiivisuus	0,05	1,12	1,17	0,05	0,10
Käynnin irtonaisuus	0,25	1,14	1,40	0,18	0,12
Käynti, keskiarvo				0,17	0,12
Ravin tahti	0,00	1,23	1,23	0,00	0,10
Ravin pituus	0,34	1,18	1,53	0,22	0,13
Ravin irtonaisuus	0,47	1,22	1,69	0,28	0,13
Ravin lennokkuus	0,11	0,60	0,71	0,16	0,11
Takajalkojen aktiivisuus	0,30	1,42	1,72	0,18	0,12
Ravi, keskiarvo				0,17	0,12
Laukan rytmi	0,26	1,56	1,81	0,14	0,14
Laukan askelpituus	0,17	1,62	1,79	0,09	0,13
Laukan elastisuus	0,16	1,86	2,02	0,08	0,14
Laukan tasapaino	0,03	1,92	1,96	0,02	0,11
Laukan energia	0,24	1,58	1,81	0,13	0,14
Liikkeiden suunta	0,16	1,80	1,96	0,08	0,11
Laukka, keskiarvo				0,09	0,13
Keskiarvo				0,14	0,12

5.4 OMINAISUUKSIEN VÄLISET GENEETTISET KORRELAATIOT

Tutkimuksen yhtenä tavoitteena oli selvittää erityisesti jalkaominaisuuksien perinnöllistä yhteyttä liikeominaisuuksiin. Tutkittavia ominaisuuksia oli paljon, ja siksi geneettisiä korrelaatioita laskettiin vain osalle ominaisuuksista (taulukko 13). Ominaisuusparien valinta tehtiin aiempien tutkimusten ja niissä käsiteltyjen ominaisuusparien perusteella. Samalla ominaisuuspareille laskettiin periytymisasteet kahden ominaisuuden mallilla.

Taulukko 13. Tyypin ja jalkaominaisuuksien sekä askellajiominaisuuksien väliset geneettiset (r_g) sekä fenotyyppiset (r_p) korrelaatiokertoimet, genotyyppisen korrelaation keskivirhe (SE) sekä kahden ominaisuuden mallilla lasketut periytymisasteet.

Ominaisuus ₁	Ominaisuus ₂	r_g	SE	r_p	h^2_1	h^2_2
Tyyppi	Ravin tahti	0,99	0,09	0,38	0,22	0,00
Tyyppi	Käynnin tahti	0,58	0,11	0,39	0,25	0,21
Tyyppi	Käynnin irtolaisuus	0,70	0,11	0,40	0,23	0,18
Tyyppi	Laukan askelpituus	0,32	0,13	0,02	0,25	0,15
Tyyppi	Laukan tasapaino	-0,00	0,10	0,01	0,23	0,02
Tyyppi	Laukan rytmi	0,05	0,12	-0,00	0,23	0,15
Tyyppi	Liikkeiden suunta	0,93	0,11	0,28	0,23	0,08
Sääri	Käynnin askelpituus	0,95	0,11	0,32	0,07	0,29
Etujalka	Laukan rytmi	-0,29	0,10	-0,02	0,03	0,14
Etujalan asento	Laukan askelpituus	-0,99	0,10	0,06	0,04	0,08
Etujalan asento	Liikkeiden suoruus, etujalat	-0,92	0,08	0,43	0,07	0,08
Etuvuohinen	Ravin lennokkuus	0,99	0,08	0,17	0,00	0,15
Takajalan asento	Liikkeiden suoruus, takajalat	-0,41	0,05	0,72	0,01	0,08
Liikkeiden suoruus, etujalat	Ravin pituus	0,88	0,10	0,28	0,03	0,22
Liikkeiden suoruus, etujalat	Laukan askelpituus	0,77	0,11	0,07	0,06	0,14
Kinner	Käynnin aktiivisuus	0,99	0,08	0,33	0,03	0,05
Kinner	Takajalkojen aktiivisuus	0,14	0,08	0,41	0,02	0,16
Kinner	Laukan elastisuus	0,88	0,11	0,12	0,06	0,15
Kinner	Laukan energia	0,42	0,11	0,08	0,03	0,15
Takajalan asento	Ravin tahti	0,60	0,08	0,32	0,00	0,00
Takavuohinen	Ravin lennokkuus	0,99	0,08	0,16	0,00	0,15
Liikkeiden suoruus, takajalat	Takajalkojen aktiivisuus	0,28	0,09	0,28	0,11	0,17
Liikkeiden suoruus, takajalat	Laukan askelpituus	0,23	0,11	0,04	0,12	0,12
Liikkeiden suoruus, takajalat	Ravin lennokkuus	0,55	0,09	0,21	0,13	0,17
Kaviot	Ravin lennokkuus	1,00	0,09	0,17	0,11	0,15

Lisäksi askellajiominaisuuksille laskettiin keskinäisiä geneettisiä korrelaatiokertoimia (taulukko 14) sekä kahden ominaisuuden mallilla ominaisuusparien periytymisasteet.

Taulukko 14. Askel-lajiominaisuuksien väliset genotyyppiset (r_g) ja fenotyyppiset (r_p) korrelaatiot, geneettisen korrelaation keskivirhe (SE) sekä kahden ominaisuuden mallilla lasketut periytymisasteet.

Ominaisuus ₁	Ominaisuus ₂	r_g	SE	r_p	h^2_1	h^2_2
Käynnin askelpituus	Käynnin irtonaisuus	0,95	0,04	0,82	0,26	0,20
Käynnin askelpituus	Ravin pituus	0,36	0,09	0,54	0,26	0,22
Käynnin askelpituus	Laukan askelpituus	-0,07	0,10	0,30	0,25	0,08
Ravin pituus	Ravin irtonaisuus	1,00	0,04	0,84	0,20	0,28
Ravin pituus	Laukan askelpituus	-0,99	0,10	0,26	0,20	0,06
Laukan askelpituus	Liikkeiden suunta	-0,99	0,06	0,55	0,07	0,05

Geneettiset korrelaatiot vaihtelivat negatiivisen -0,99 ja 1,00 välillä. Vahvin negatiivinen korrelaatio (-0,99) havaittiin useamman ominaisuusparin välillä. Heikoin korrelaatio havaittiin tyypin ja laukan tasapainon välillä (-0,00). Vahvin positiivinen korrelaatio oli erittäin korkea 1,00. Erittäin korkeita positiivisia geneettisiä korrelaatioita havaittiin useamman ominaisuusparin välillä, esimerkiksi ravin pituuden ja ravin irtonaisuuden sekä kavioiden ja ravin lennokkuuden välillä.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Aineisto oli moneen vastaavaan tutkimukseen verrattuna melko pieni. Yksittäisten ominaisuuksien osuudet yksilöhavainnoista vaihtelivat 16% (ravin lennokkuus, 154 havaintoa) ja 96 % (tyyppi, 877 havaintoa) välillä. Alkuperäisessä aineistossa havaintoja oli esimerkiksi ravin lennokkuudesta enemmän, mutta niiden osuus lopullisessa aineistossa pieneni aineistoa editoitaessa. Havaintoaineisto pieneni myös sukulaisuusaineiston yhdistämisen myötä. Viklundin ja Erikssonin (2018) vastaavanlaisessa tutkimuksessa Ruotsissa oli mukana yli 3000 nuorta hevosta, joita oli arvioitu lineaarisesti 3- vuotiaina. Rustinin ym. (2009) tutkimus belgialaisten hevosten lineaarisesta arvioinnista koostui puolestaan 987 hevosesta, joista kaikille oli annettu kattava lineaarinen arviointi.

Tässä tutkimuksessa eniten arviointeja oli annettu tyypille, säärelle (868), käynnin aktiivisuudelle (852) ja ravin irtonaisuudelle (840). Vähiten havaintoja oli ravin lennokkuudella, laukan rytmillä ja laukan energisyydellä (282) sekä laukan askelpituudella, elastisuudella ja tasapainolla (315). Keskimäärin havaintoja oli ominaisuutta kohden 707, mikä vastaa 77 % aineistossa käsiteltyjen eläinten kokonaismäärästä.

Askellajiominaisuuksien havaintojen määrään vaikutti myös, ettei esimerkiksi 1 – ja 2- vuotiailla varsoilla ole arvostelulomakkeessa ollenkaan arvostelukohtaa laukan ominaisuuksien laajempaa arvostelua varten. Myös maitovarsojen arvostelupöytäkirjassa laukkaa arvioidaan vain kolmen ominaisuuden osalta. Maitovarsojen osuus koko aineistosta oli kuitenkin suhteellisen pieni, vain 8 % kaikista havainnoista (taulukko 5). Useassa sellaisessakin pöytäkirjassa, jossa laukkaa olisi voitu arvostella, se oli jätetty joko osin tai kokonaan arvostelematta. Samanlaisia arvostelukokonaisuuksien puutteita havaittiin aineiston käsittelyvaiheessa myös muiden ominaisuusryhmien osalta, joita ei tässä tutkimuksessa tarkasteltu.

Ominaisuudet sijoittuivat hyvin lähelle normaalijakaumaa (liite 1). Skaalan käyttö oli useamman ominaisuuden kohdalla melko suppeaa, ja ominaisuuksien keskiarvot liikkuivat 4,55 - 5,23 välillä. Mitä vähemmän skaalaa oli ominaisuuden arvioinnissa käytetty, sitä enemmän ominaisuuksien keskiarvo sijoittui kohti normaalijakauman keskiarvoa. Samanlaisen havainnon lineaarisen skaalan käytöstä teki myös Gröhn (2017) omassa opinnäytetyössään.

Residuaalivarianssin osuus oli monella ominaisuudella huomattavan paljon suurempi kuin additiivinen geneettinen varianssi (taulukot 11 ja 12). Ominaisuuksilla, joiden residuaalivarianssi oli additiivista geneettistä varianssia suurempi, myös arvosteluskaalan käyttö oli ollut usein melko suppeaa (taulukko 10). Muissa vastaavissa tutkimuksissa on havaittu, että koko skaalan käyttö lineaarisessa arvostelussa on ollut usein vähäistä ja periytymisasteet liikkuneet samoissa lukemissa kuin perinteisellä arvostelumenetelmällä (Gmel ym. 2018).

Tutkimuksen tuloksista oli havaittavissa, että jalkaominaisuuksien arviointi oli ollut yleisempää kuin askellajiominaisuuksien. Sen sijaan skaalaa oli käytetty askellajiominaisuuksia arvioitaessa hieman jalkaominaisuuksien arviointia laajemmin. Arvioinnin hankaluuteen voi vaikuttaa paitsi tuomarin kokemus, myös muut ulkoiset ympäristötekijät. Hevoset voivat olla jännittyneitä ja liikkua siksi tavanomaisesta poiketen, esittäjällä voi olla vaikeuksia esittää hevonen toivotulla tavalla ja vuodenaika voi vaikuttaa esimerkiksi siihen, kuinka paljon hevosta on ehditty näyttelyyn valmistella (Ylä-Kauttu ja Rimpioja 2016). Esittäjän vaikutusta hevosen saamiin arvioihin on vaikea mallintaa luotettavasti, sillä esittäjiä voi parhaimmillaan olla yhtä monta kuin arvioitavana olevia hevosiaakin.

Uuteen arvostelujärjestelmään siirtyminen vuonna 2015 on mahdollisesti voinut vaikuttaa havaintojen ja annettujen arvosteluiden lukumäärään, ja siten vääristää tuloksia. Vastaavia havaintoja oli löydetty myös muista tutkimuksista lineaarisen arvioinnin ensimmäisiltä käyttövuosilta (Koenen ym. 1995). Kuitenkin esimerkiksi käyntiominaisuuksien periytymisasteiden ja keskinäisten geneettisten korrelaatioiden osalta tulokset ovat hyvin samansuuntaisia muiden tutkimusten kanssa (Rustin ym. 2009, Viklund ja Eriksson 2018).

6.1 KIHTEIDEN TEKIJÖIDEN VAIKUTUS TULOSSIIN

Syntymävuosi

Syntymävuoden perusteella ikäluokistaan hevosia osallistui vuosittain vaihteleva määrä lineaariseen arviointiin. Suomessa syntyneitä ratsuvarsoja oli Hippoksen tilastojen mukaan vuonna 2014 402 yksilöä, vuonna 2015 415 yksilöä ja vuonna 2016 394 yksilöä (Hippos Ry 2017). Aineiston perusteella vuonna 2014 syntyneistä hevosista 29%, vuonna 2015 syntyneistä 38% ja 2016 syntyneistä hevosista 29 % saivat havaintovuosien aikana lineaarisen arvostelun. Aineistosta ei käy ilmi, mikäli arvosteltu hevonen on tuotu maahan nuorena eikä ole syntynyt Suomessa, joten todellisuudessa Suomessa syntyneiden osuus havaintoaineistosta voi olla pienempi. Jotta suomalaisesta ratsupopulaatiosta ja sen lineaarisesti arvosteltavista ominaisuuksista saataisiin todellisuutta vastaava kuva, olisi tärkeää, että kasvattajat toisivat näyttelyihin mahdollisimman paljon erilaisia varsoja ja nuoria hevosia. Koska suuri osa syntyneistä hevosista jää arvostelematta, on mahdollista, osa näistä yksilöistä edustaisi arvosteluskaalan ääripäitä. Ominaisuuksista ei näin ollen välttämättä saada todellisuutta vastaavaa hajontaa nykyisen arviointiskaalan avulla esille.

Hevosen syntymävuodella ei havaittu olleen tilastollista merkitsevyyttä tuloksiin.

Ikä ja sukupuoli

Eniten näyttelyaineistoissa oli erittäin nuoria, 0 – 3 - vuotiaita hevosia. Aineiston perusteella voitiin havaita, että hevosia käytetään eniten näyttelyissä niiden ollessa nuoria. Oreja ja ruunia ei ollut esitetty havaintovuosina lainkaan 8 – vuotiskauden jälkeen. Aineistosta oli havaittavissa, että tammoja käytettiin näyttelyissä ruuniin ja oreihin verrattuna myös melko myöhäisessä iässä. Tämä johtunee siitä, että omistajat haluavat usein käyttää tammojaan jonkin aikaa harraste- ja kilpakäytössä ennen niiden siirtämistä mahdolliseen jalostuskäyttöön, ja näin useat tammat saavat arvostelunsa vasta 3- ja 12 ikävuoden välissä, kun taas orien osalta lähes kaikki aineiston arvostelut oli tehty jo ennen niiden neljättä ikävuotta. Tammoille halutaan usein fenotyyppiin perustuva jalostusarvon ennuste kantakirjaustilaisuudesta, ja tämä selittää osaltaan tammojen suuren osuuden aineistossa. Ruunien vähäinen osuus 0 – 1- vuotiaissa on selitettävissä sillä, ettei oriitta ole vielä ehditty kastroida ensimmäisten elinvuosien aikana. Ruunilla ei lisääntymiskyvyttöminä ole jalostusarvoa, ja niiden käyttö näyttelyissä liittyyne enemmänkin vanhempien jälkeläisarvosteluun sekä erilaisiin suorituskäytöksiin mittaaviin tapahtumiin, kuten Kyvyt Esiin - tapahtumiin tai Laatuarvosteluun.

Yleisesti tarkastellen parhaimpia arvosanoja jalkaominaisuuksista olivat saaneet oriit sekä vanhemmat hevoset, iältään 11-16 vuotta. Koska oreilla ja ruunilla ei ollut havaintoja kahdeksannen ikävuoden jälkeen, voidaan päätellä, että parhaimpia arvosteluja saaneet, iäkkäämmät hevoset olivat tammoja. Ikä myös vaikutti arvosanojen hajontaan. Mitä vanhempia hevosia arvosteltiin, sitä suurempi oli myös arvosanajakauman hajonta (kuva 14).

Ikä vaikutti kiinteistä tekijöistä useimpaan ominaisuuteen joko erittäin tai hyvin merkitsevästi. Eniten ikä – tekijä vaikutti tyyppiin ja jalka-asentoihin, käynnin askelpituuteen ja irtonaisuuteen, ravin tahtiin, laukan rytmiin ja liikkeiden suuntaan.

Nuoremmat hevoset olivat saaneet tyyppistä enemmän arvosanoja välillä 1 – 5, kun taas vanhempien hevosten tyyppi oli useammin arvioitu välille 6 – 7. Tyyppiä arvioitaessa arvosanaa 1, huomattavan jalo/kevyt, oli annettu vain maitovarsaille (alle 1v). Tämä voisi olla havainto jalostuksen suuntautumisesta kohti kevyempää ja jalompaa hevostyyppiä. Nuorilla hevosilla skaalan käyttö oli ollut laajempaa kuin vanhemmilla hevosilla, vaihdellen 1 - 5 (maitovarsat ja 1- vuotiaat) ja 3 - 7 (2 – 4- vuotiaat). Vanhemmilla hevosilla skaalan käyttö liikkui ikäluokasta ja havaintovuodesta riippuen 4 -7 ja 3 - 6 välillä.

Säären arvosteluissa nuoremmilla hevosilla arvioinnit olivat painottuneet enemmän arviointiasteikon vasempaan laitaan, hajonnan ollessa 0 – 5 vuotiailla 3 – 6 ja keskiarvon ollessa 5. Säären arvosteluissa olisi suotavaa, että hevosten arvioinnit olisivat keskiarvossa tai jopa hieman vasemmalla (vankka) mieluummin kuin oikealla (hento). Hevosten luuston toivotaan kestävän rasitusta, ja mitä vankempi hevosen sääriluu on, sitä paremmin se kestää rasitusta (Fowler 1989, Nasser ym. 2015)

Etujalan asento oli nuoremmilla hevosilla useimmiten arvioitu suppuvarpaisemmaksi kuin vanhemmilla hevosilla. Myös takajalan asento oli nuoremmilla arvioitu vanhempia useammin pihtisemmäksi. Takajalan asennossa oli eniten hajontaa aineiston nuoremmilla hevosilla (0 – 3 vuotta). Vanhemmilla hevosilla takajalan asento oli useimmiten arvioitu arvosanalla 5 – 6. Myös liikkeiden suoruuden osalta nuoremmilla hevosilla oli tuloksissa eniten hajontaa. Ahdasta takajalkojen liikettä oli havaittu ainoastaan maitovarsilla. Vanhemmilla hevosilla kyseisen ominaisuuden arvosana asettui useimmiten lineaarisen arviointiasteikon keskivaiheille. Takajalkojen ahtaus ja etujalkojen suppuvarpaisuus on varsoilla usein havaittavissa oleva asentovirhe, joka useimmiten korjaantuu hevosen kasvaessa sekä asiallisella kavioiden hoidolla (Tolvanen 2009, Tampereen hevostlinikka 2016).

Käynnin askelpituudesta annettuja arvosanoja tarkastellessa voitiin havaita, että suurin skaala oli havaittavissa nuorilla, alle 5 - vuotiailla hevosilla, arviointiskaalan vaihdellessa 1 – 8 välillä. Nuoremmilla hevosilla käynti oli useimmiten luokiteltu matkaavoittavaksi ja vanhemmilla hevosilla

useimmiten lähemmäs keskiarvoa. Arvostelun erot voivat johtua paitsi jalostuksen edistymisestä, myös nuorten hevosten joustavammasta kehosta. Vanhemmilla hevosilla on todennäköisemmin jo työn ja rasituksen aiheuttamia vammoja ja kulumia (Smith ym. 1999), jotka voivat näkyä käynnin askelpituuden lyhentymisenä. Iän vaikutus käynnin irtouaisuuteen vaikutti olevan saman suuntainen kuin käynnin askelpituudessakin.

Ravin tahti oli nuoremmilla hevosilla arvioitu vanhempia useammin säännölliseksi ja jakauma sijoittui ennemmin asteikon vasempaan (huomattavan säännöllinen) kuin oikeaan laitaan (huomattavan epäsäännöllinen). Erityisesti 0 – 3 – vuotiailla skaalan käyttö sijoittui välille 3 -5, kun se vanhempien hevosten kohdalla oli useimmiten välillä 5 – 6.

Iällä oli tilastollisesti merkitsevyyttä myös laukan rytmiin ja liikkeiden suuntaan. Laukan rytmiä arvioitaessa suurin osa arvioista oli annettu välille 4 – 6. Nuoremmilla hevosilla laukan rytmiä oli arvioitu vanhempia hevosia useammin. Samoin liikkeiden suunnan arvioinnissa arvosteluja oli enemmän nuorilla kuin vanhemmilla hevosilla. Vanhemmilla hevosilla skaalan käyttö oli useimmiten 4 - 6 välillä, kun nuoremmilla hevosilla hajonta oli välillä 3 – 7. Kuitenkin liikkeiden suunnastakin suurin osa arvosteluista sijoittui arvosanan 5 ympärille.

Vuosi ja aika

Havaintoja oli kerätty eniten vuodelta 2019. Tuloksia kuitenkin vääristää, ettei esimerkiksi Laatuarvostelu – aineistoa ollut käytettävissä kuin vuodelta 2019. Laatuarvostelu – aineiston puuttuminen aiemmilta vuosilta vääristää myös sukupuolijakaumaa, sillä Laatuarvosteluissa esitetään usein myös paljon ruunia ja oreja (Ratsujalostusliitto 2019c).

Havaintovuodella oli suurin tilastollinen vaikutus takajalan asentoon, takajalkojen liikkeiden suoruuteen, ravin tahtiin ja laukan rytmiin. Takajalan asennolle ei oltu vuosina 2017 ja 2018 annettu yhtä paljon arvosteluja kuin vuosina 2015 – 2016 ja 2019. Näinä kolmena vuosina arvosteluja oli annettu noin 170/vuosi. Vuonna 2019 takajalan asentoa oli arvioitu keskimäärin enemmän vasemmalle lineaarisella asteikoilla kuin aiempina vuosina. Skaalan siirtyminen enemmän vasempaan laitaan tarkoittaisi, että hevosten jalka-asennot ovat olleet lähempänä pihti- kuin länkiasentoisia. Myös takajalkojen liikkeiden suoruuden osalta skaalan käyttö oli vuosina 2017 – 2019 siirtynyt enemmän arvosteluasteikon vasempaan laitaan. Tämä tarkoittaa, että takajalkojen liikkeissä on havaittu aiempaa enemmän ahdasta takajalan liikettä. Liikkeiden ahtaus voi kuitenkin johtua havaintoaineiston ikäjakaumasta. Nuoremmilla hevosilla havaittiin vanhempia hevosia enemmän liikkeiden ahtautta. Vuosina 2017 – 2019 oli esitetty enemmän nuoria hevosia kuin vuosina

2015 – 2016 (taulukko 5), jolloin voidaan olettaa, että liikkeiden ahtaus on enemmän yhteydessä hevosten ikään kuin havaintovuoteen.

Ravin tahdin osalta kaikkina vuosina skaalaa oli käytetty melko tasaisesti. Suurin osa havainnoista sijoittui arviointiasteikolla välille 3- 6, mikä tarkoittaa, että ravin tahti oli useimmiten arvioitu säännölliseksi. Vuosina 2017 ja 2018 oli kuitenkin havaittu myös säännöllisestä poikkeavia havaintoja (7- 8). Näinä vuosina myös esitettyjen hevosten ikäjakauma oli aiempia vuosia laajempi ja mukana oli myös enemmän vanhempia hevosia. Koska hevosen iällä oli yhteyttä ravin tahtiin, voidaan olettaa, että havaintohetkellä näyttelyvuotta enemmän vaikutusta arvostelun tulokseen oli hevosen iällä.

Laukan rytmiä arvioitaessa skaalan käyttö oli ollut suurinta ensimmäisinä havaintovuosina, 2015 – 2016. Vuosina 2017 – 2019 kaikki havainnot sijoittuvat kahden skaala-asteikon päähän toisistaan, vuonna 2017 välille 4 -5 ja vuosina 2018 - 2019 välille 5 -6. Kaikkina havaintovuosina eniten havaintoja oli keskiarvossa. Skaalan supistuminen ja siirtyminen hieman oikealle voi johtua paitsi havaintojen tasalaatuisuudesta, myös mahdollisesti skaalan suppeasta käytöstä. Kaikkiaan kiinteiden tekijöiden vaikutuksista vuodella ja hevosen iällä oli molemmilla samansuuntaisia vaikutuksia. Havaintovuoden vaikutusten voidaan olettaa aineiston perusteella johtuneen enemmän siitä, että tiettyinä havaintovuosina hevosia oli esitetty enemmän ja ikäjakaumassa oli eri havaintovuosina erilainen hajonta. Esimerkiksi tyyppin arvosteluskaalassa ei havaittu suuria eroja havaintovuosien välillä (kuva 13). Skaalan käyttö oli myös joidenkin ominaisuuksien arvioinnissa laajentunut aineiston viimeisimpinä havaintovuosina.

Vuodenaika

Vuodenaikojen osalta eniten havaintoja oli syksyllä ja toiseksi eniten keväällä. Suomessa astutuskausi on usein parhaimmillaan touko-kesäkuussa, ja varsat syntyvät usein kesä-heinäkuun aikana. Maitovarsojen halutaan usein antaa kasvaa pari kuukautta rauhassa ennen kuin niitä esitetään näyttelyissä, ja alle 4 viikkoista varsaa ei saa näyttelysääntöjen mukaan viedä näyttelyyn (Hippos Ry 2019). Usein kesäkausi sattuu myös päällekkäin nuorten hevosten laidun- ja vanhempien hevosten kilpailukauden kanssa ja rajoittaa monella osallistumisesta näyttelyihin. Talvikaudelta oli yksi ainoa havainto, sillä Suomessa ei perinteisesti ole järjestetty näyttelyitä tai arvostelutilaisuuksia talvikaudella. Vuodenajalla oli tilastollisesti eniten merkitystä etujalan asentoon, kavioihin ja takajalan asentoon.

Etujalan asennosta oli annettu eniten arvosteluja syksyllä. Syksyllä myös arviointiskaala oli sijoittunut enemmän vasemmalle, toisin sanoen hevosten jalka-asennot oli havaittu enemmän suppuvarpaiseksi syksyllä. Kaikkina vuodenaikoina eniten havaintoja oli keskimmäisestä luokasta (5). Havaintojen sijoittuminen vasempaan laitaan voi jälleen liittyä hevosen ikään, sillä nuoremmista hevosista oli enemmän havaintoja syksyllä kuin kesällä.

Myös takajalan asennosta eniten havaintoja oli syksyllä ja toiseksi eniten keväällä. Syksyllä käytetty arviointiskaala oli laajin (3 -7). Skaalan laajempi käyttö syksyllä voi viitata jälleen havaintojen ikäjakaumaan.

Kavioista oli annettu eniten arviointeja keväällä ja skaalan käyttö oli ollut laajempaa keväällä ja syksyllä kuin kesällä. Syksyllä ja kesällä kaviot oli useimmiten arvioitu suuremmiksi kuin keväällä. Kavioiden osalta skaalan käyttö oli kuitenkin kokonaisuudessaan hyvin suppeaa, vaihdellen parhaimmillaankin vain 4 -7 (kuva 12). Koska kommenttikenttiin ei juurikaan ollut lisätty huomioita kavioiden epätoivotuista ominaisuuksista, voidaan olettaa, että aineiston eläinten kavio-ominaisuudet olivat keskimäärin hyvät.

Paikka ja aika

Näyttelypaikkakunnista eniten havaintoja oli Ypäjältä ja Sipoosta. Ypäjällä järjestetään usein useampi näyttely vuodessa, ja alueella on paljon hevoskasvatusta. Näyttelypaikkoja oli kuitenkin aineistossa ympäri Suomea (taulukko 8). Näyttelyn paikkakunnalla ei havaittu olleen suurta tilastollista merkitsevyyttä tuloksiin. Sen sijaan yhdistetyllä paikka – aika – tekijällä oli kiinteistä tekijöistä iän ohella toiseksi eniten tilastollista merkitsevyyttä tuloksiin.

Aineistosta oli havaittavissa, että joihinkin ominaisuuksiin paikka- aika – tekijällä oli positiivinen vaikutus. Vaikutus oli kuitenkin hyvin satunnaista, eikä tulosten perusteella voitu vetää johtopäätöstä, että tietyssä näyttelyssä olisi ollut systemaattisesti muista näyttelyistä eroavat arvioinnit. Aineistosta oli kuitenkin havaittavissa, että hevosten ikäjakauma vaihteli näyttelyn paikan ja ajankohdan mukaan hyvinkin paljon. Osa vaihtelusta on selitettävissä paitsi kasvattajien sijainnilla, myös näyttelyissä tarjolla olevien luokkien vaihteluilla näyttelyiden mukaan. Suurimassa osassa näyttelyitä on mahdollista esittää paitsi nuoria, myös vanhempia hevosia. Kuitenkin esimerkiksi Kyvyt esiin – tilaisuudet ja Nuorten hevosten laatuarvostelu on suunnattu pelkästään nuorille hevosille, jolloin on luonnollista, ettei näistä tapahtumista ole havaintoja yli 3- 5- vuotiaista hevosista. Koska nuorten hevosten tapahtumien arvostelupöytäkirjoissa on enemmän arvosteltavia ominaisuuksia kuin

tavanomaisissa näyttelypöytäkirjoissa, on tulosten tarkastelun osalta odotettavissa, että näiltä havaintopaikkakunnilta on laajempi määrä havaintoja useammasta eri ominaisuudesta.

Paikka – aika – tekijällä oli suurin tilastollinen merkitsevyys sääreen, etuvuohiseen, takajalan asentoon, kavioiden, käynnin tahtiin, kaikkiin raviominaisuuksiin ja laukan rytmiin. Nämä olivat myös samoja ominaisuuksia, joihin hevosen iällä oli suuri tilastollinen vaikutus. Aineistosta oli kuitenkin havaittavissa, että tietyissä näyttelyissä kaikille hevosille ei ollut annettu arvosanoja kaikista ominaisuuksista, vaikka niiden ikäryhmään kyseinen arviointi olisi kuulunut. Aineiston 2 – vuotiaista 47:lle (22 %) ja 3 – vuotiaista 52:lle (31%) hevoselle oli annettu arvio laukan rytmistä. Kuitenkin 2- ja 3- vuotiaiden Kyvyt Esiin – tilaisuuksissa on mahdollisuus arvioida laukan rytmiä. Arvioiden vähäisyys voi johtua siitä, että nuorempien hevosten laukan rytmi voi olla näyttelytilanteessa ajoittain hankala arvioida hevosen jännittyessä, ja hevonen voi saada jännittyneenä askellajeistaan huonomman arvion kuin jos se liikkuisi rennosti. On myös mahdollista, etteivät kaikki hevoset ole esittäneet laukkaa tarpeeksi, jotta sitä olisi voitu arvioida. Laukkaominaisuuksista askelpituutta, elastisuutta ja tasapainoa oli kuitenkin arvioitu rytmiä enemmän, joten voidaan olettaa, että laukkaa on nähty myös niiltä hevosilta, joilta puuttui arvio laukan rytmistä. Myös liikkeen suuntaa, joka arvostellaan laukkaominaisuuksien yhteydessä, oli arvioitu yhteensä yli viideltäsadalta hevoselta.

6.2 PERINNÖLLISET TUNNUSLUVUT

Usean ominaisuuden osalta periytymisaste havaittiin erittäin matalaksi ja keskivirhe oli melko suuri. Useimmat periytymisasteet eivät tilastollisesti poikenneet nolasta. Useammalla kiinteällä tekijällä oli kyseisiin, matalan periytymisasteen ominaisuuksiin tilastollisesti erittäin suuri tai suuri merkitsevyys. Toisaalta niillä ominaisuuksilla, joiden periytymisaste oli kohtalainen tai aiempia tutkimuksia vastaava, ei löydetty yhtä paljon merkitsevyksiä kiinteistä tekijöistä. Kuitenkaan tilastollista merkitsevyyttä ei havaittu kuin ravin irtonaisuuden periytymisasteelle (h^2 0,28; SE 0,13). Periytymisasteet eivät juuri poikenneet toisistaan yhden tai kahden ominaisuuden mallilla laskettaessa.

Periytymisasteiden osalta oli havaittavissa, että jalkaominaisuuksien periytymisasteet olivat useasta muusta tutkimuksesta poiketen alhaisempia kuin askellajiominaisuuksien periytymisasteet. Aineiston pienuudella on todennäköisesti suuri vaikutus erityisesti jalkaominaisuuksien alhaisiin periytymisasteisiin. Vastaavissa tutkimuksissa mm. Viklund ja Eriksson (2018) saivat jalka- ja rakenneominaisuuksista kohtalaisia periytymisasteita. Vastaavasti askellajiominaisuuksien

periytymisasteet olivat kyseisessä tutkimuksessa rakenneominaisuuksien periytymisasteita matalampia.

Jalkaominaisuuksien matalaa periytymisastetta voi osaltaan selittää se, että suuri osa aineiston hevosista oli nuoria varsoja, iältään 0-3 vuotta. Tässä iässä hevosten luusto ja jalan rakenne usein vielä hieman muuttuu, hevosten jatkaessa kasvuaan yleensä ainakin viiteen ikävuoteen asti (Cunningham, 1961). Jalan asentovirheisiin ja liikkeiden virheratoihin voidaankin vaikuttaa oikeanlaisella ja ammattitaitoisella kengityksellä ja kavion vuolemisella (Tolvanen 2009, Tampereen hevosklinikka 2016).

Yksi syy havaittuihin alhaisiin periytymisasteisiin voi myös olla lineaarisen arviointimenetelmän uutuus. Uuteen arviointijärjestelmään siirtyminen vie aikaa tuomareilta ja voi alussa aiheuttaa epätasaisia arviointeja. Samanlaisen havainnon teki myös Koenen ym. (1995) kuusi vuotta lineaarisen arvostelun käyttöönottamisen jälkeen tehdyssä tutkimuksessa Hollannissa. Tämän tutkimuksen tulosten perusteella voitiin havaita, että paikka – aika – tekijä, jonka tarkoitus oli simuloida tuomarin vaikutusta, oli tilastollisesti merkitsevä usean ominaisuuden osalta. Osa näistä ominaisuuksista oli myös niitä, joiden periytymisasteen havaittiin tämän tutkimuksen aineiston perusteella olevan erittäin matala.

Perinteisellä menetelmällä arvioidusta rakenneaineistosta Lehto (2012) sai omassa tutkimuksessaan jalkaominaisuuksien periytymisasteeksi alhaisen 0,06, mikä on melko lähellä tämän tutkimuksen jalkaominaisuuksien ja tyypin periytymisasteen keskiarvoa (0,04). Kuitenkin esimerkiksi tyypin periytymisaste oli Lehdon tutkimuksessa huomattavasti korkeampi (0,63) kuin tässä tutkimuksessa havaittu periytymisaste (0,23). Lehdon (2012) aineisto koostui laajasta Laatu-arvostelu-aineistosta, ja hevosten iällä ei ollut kovinkaan suurta merkitystä tuloksiin kaikkien arvosteltujen hevosten oltua 4 – 5 ikävuotta havaintohetkellä.

Tässä tutkimuksessa tyypin periytymisasteeksi saatu 0,23 on melko lähellä Rustinin ym. (2009) tyypistä havaitsemaa periytymisastetta (0,34). Norjan ja Ruotsin nuorten hevosten laatukilpailuaineistosta tehdyssä tutkimuksessa (Furre ym. 2014) tyypin periytymisasteeksi havaittiin hieman korkeampi 0,46. Samaisessa tutkimuksessa rakenneominaisuuksien periytymisasteeksi oli havaittu 0,15, käynnin periytymisasteeksi 0,34 ja ravin periytymisasteeksi 0,45. Nämä lukemat olivat kaikki korkeampia kuin tässä tutkimuksessa havaitut periytymisasteet. Huomattavaa kuitenkin on, että Furren ym. (2014) tutkimuksessa käytetty aineisto oli ilmeisesti perinteisellä menetelmällä arvosteltu. Tässä tutkimuksessa havaittujen askellajiominaisuuksien periytymisasteiden osalta osa tuloksista oli linjassa muista tutkimuksista saatujen tulosten kanssa (Rustin ym. 2009, Posta ym. 2009, Viklund ja Eriksson 2018).

Viklundin ja Erikssonin (2018) tutkimuksessa saadut periytymisasteet olivat jalkaominaisuuksien osalta huomattavasti korkeammat kuin tässä tutkimuksessa havaitut jalkaominaisuuksien periytymisasteet. Myös askellajiominaisuuksien osalta periytymisasteet olivat Viklundin ja Erikssonin (2018) tutkimuksessa osin korkeampia, etenkin ravi- ja laukkaominaisuuksien osalta. Ravin pituuden periytymisasteeksi Viklund ja Eriksson (2018) olivat havainneet 0,49 (tässä tutkimuksessa 0,22), takajalkojen aktiivisuudelle 0,44 (0,18), laukan askelpituudelle 0,34 (0,09), laukan elastisuudelle 0,27 (0,08), laukan tasapainolle 0,21 (0,02) ja liikkeiden suunnalle 0,40 (0,08). Käyntiominaisuuksien osalta Viklundin ja Erikssonin (2018) tulokset olivat samansuuntaisia tämän tutkimuksen tulosten kanssa, käynnin tahdin periytymisasteen ollessa Viklundin ja Erikssonin (2018) tutkimuksessa 0,11 (0,16), askelpituuden 0,32 (0,27) ja käynnin aktiivisuuden 0,08 (0,05). Vaikka esimerkiksi ravin lennokkuudelle oli tämän tutkimuksen aineistossa vain 154 havaintoa, ravin lennokkuuden periytymisaste oli kuitenkin havaittavissa (0,16). Tulos oli myös linjassa useista muista tutkimuksesta saatujen tulosten kanssa (Rustin ym. 2009, Viklund ja Eriksson 2018).

6.3 OMINAISUUKSIEN VÄLISET GENEETTISET KORRELAATIOT

Geneettiset korrelaatiokertoimet havaittiin jalka- ja askellajiominaisuuksien välillä melko vaihteleviksi ja osalla ominaisuuspareista erittäin korkeiksi. Osa tutkimuksessa havaituista geneettisistä korrelaatioista olivat jopa epäilyttävän korkeita. Tulosten syyksi voitaisiin olettaa aineiston vähäistä havaintomäärää ja siitä johtuvia laskennallisia ongelmia. Esimerkiksi ravin tahdin geneettinen korrelaatio tyypin kanssa oli hyvin lähellä yhtä (0,99). Myös tyypin ja liikkeiden suunnan välinen geneettinen korrelaatio oli erittäin vahva (0,93). Vaikka geneettisten korrelaatioiden vahvuus voi olla tämän tutkimuksen tulosten osalta kyseenalainen, on todennäköistä, että korrelaation suunta on oikeanlainen. Koska tyyppi oli todettu nuoremmilla hevosilla paremmaksi, voidaan olettaa, että tällöin tyypin keveydellä on myös positiivinen vaikutus liikkeiden suuntaan, jolloin ne suuntautuvat ennemminkin ylä- kuin alamäkeen. Tyypillä oli myös positiivinen geneettinen korrelaatio laukan rytmiin (0,51).

Tyypillä oli vahva positiivinen geneettinen korrelaatio myös useaan muuhun askellajiominaisuuteen. Geneettisen korrelaation suunnan perusteella voidaan olettaa, että jalostamalla tyypistä kevyempää ja jalompaa, myös hevosten askellajiominaisuudet parantuisivat. Koska kuitenkin ravin ja käynnin askelpituudella havaittiin negatiivinen geneettinen korrelaatio laukan askelpituuteen (taulukko 14), voidaan olettaa, että tyypin valinnassa on ensisijaisesti arvostettu enemmän askellaji- kuin esteominaisuuksien valintaa. Tässä tutkimuksessa ei arvioitu tyypin ja esteominaisuuksien välistä yhteyttä, mutta koska useammassa tutkimuksessa on havaittu positiivinen yhteys

laukkaominaisuuksien sekä esteominaisuuksien välillä (muun muassa Viklund ja Eriksson 2018), voitaisiin olettaa, että tyypin keveys ei suoraan korreloisi esteominaisuuksien kanssa positiivisesti. Laukan pituus korreloi negatiivisesti liikkeiden suunnan kanssa. Kuitenkin tyypillä ja laukan pituudella oli havaittavissa positiivinen geneettinen korrelaatio (0,32).

Lineaarisesti arvioitavien ominaisuuksien keskinäisistä geneettisistä korrelaatioista on olemassa toistaiseksi vielä hyvin vähän tutkimuksia. Rustin ym. (2009) saivat omassa tutkimuksessaan korkeita korrelaatiokertoimia tyypin ja askellajiominaisuuksien välille: korkeimpia geneettisiä korrelaatioita oli havaittu tyypin ja ravin pituuden välillä (0,6 - 0,79), käynnin pituuden, tahdin ja aktiivisuuden välillä (0,40- 0,59) sekä tyypin ja ravin tahdin ja irtonaisuuden välillä (0,40 - 0,59). Korkeita korrelaatioita Rustinin ym. (2009) tutkimuksessa oli havaittu myös käynti - ja raviominaisuusryhmien ominaisuuksien kesken (0,80 - 1,00). Tutkimustulokset ovat geneettisten korrelaatioiden osalta samansuuntaisia tämän tutkimuksen tulosten kanssa. Esimerkiksi käynnin askelpituuden ja käynnin irtonaisuuden väliseksi geneettiseksi korrelaatioksi havaittiin tässä tutkimuksessa 1,00.

Tämän tutkimuksen osalta geneettisten korrelaatioiden keskivirheet olivat useamman ominaisuusparin osalta huomattavia, vaihdellen 0,05 - 0,12 välillä. Huomiota herättävää oli myös, että niillä ominaisuuspareilla, joiden geneettinen korrelaatio oli poikkeuksellisen vahva, toisen tai molempien ominaisuuksien periytymisaste oli erityisten matala. Geneettistä korrelaatiota testattiin kahdella mallilla, joista toiseen lähtöarvot muutettiin ominaisuuksien geneettisen ja ympäristövarianssin mukaisiksi. Ympäristövarianssin lähtöarvoja pienentämällä myös geneettinen korrelaatio laski hieman.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksessa havaitut periytymisasteet olivat erittäin vaihtelevia. Jalkaominaisuuksien osalta periytymisasteet olivat hyvin alhaisia ja aiemmista tutkimustuloksista poiketen askellajiominaisuuksia matalampia. Tutkimuksessa käytetty aineisto oli verrattain pieni ja kutistui aineiston muokkaamisen myötä vielä pienemmäksi. Kaikilla hevosilla ei ollut havaintoja kaikista ominaisuuksista. Tietojen puutteellisuus ja ominaisuuksien korkea ympäristövarianssi voikin vaikuttaa paitsi havaittuihin periytymisasteisiin, myös geneettisiin korrelaatiokertoimiin, jotka olivat tämän tutkimuksen tulosten perusteella osittain hyvin korkeita.

Useammassa tutkimuksessa on todettu, että arvostelijalla on suuri vaikutus lineaariseen arviointiin, huolimatta oletuksesta, jonka mukaan lineaarinen arvostelu vähentää tuomarivaikutusta. Näin voitaisiin olettaa myös tämän tutkimuksen kohdalla, etenkin, kun periytymisasteet olivat eniten arvosteluja saaneiden ominaisuuksien (jalkaominaisuudet) osalta erittäin matalat ja lähes olemattomat. Arvostelut mahdollisesti tasaantuvat ja tarkentuvat tuomareiden kokemuksen ja laajemman aineiston myötä.

Tutkimuksen havaintomäärät olivat rajallisia, osin arvioitavaksi tuotavien hevosten lukumäärän ja osin puutteellisesti täytettyjen arviointilomakkeiden takia.

Ratsuhevosten lineaarisen arvostelun periytymisasteiden osalta tarvitaan yhä lisää dataa ja lisätutkimuksia, jotta perinnöllisten tunnuslukujen osalta voidaan vetää tarkempia johtopäätöksiä. Tuomariston jatkuva kouluttaminen ja toisaalta myös entistä laajemman hevosjoukon arviointi auttaisi tulevaisuudessa tarkempien ja todellisuutta paremmin kuvaavien perinnöllisten tunnuslukujen muodostamisessa.

8 KIITOKSET

Kiitos työn ohjaajalle, yliopistonlehtori, jalostustieteen dosentti Jarmo Jugalle. Haluan esittää kiitokseni myös Hippokselle ja erityisesti jalostusjohtaja Minna Mäenpäälle tutkielman aiheesta ja aineistojen käyttämisestä tutkielmaa varten.

LÄHTEET

- Aminoff A, 2017. Suomenhevosten askel- ja hyppyominaisuuksien periytyvyys. Helsingin yliopisto.
- Chu, M.X. & Shi, S.K. 2002. Phenotypic Factor Analysis for Linear Type Traits in Beijing Holstein Cows. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, **15**(11), s. 1527-1530.
- Cunningham, K. 1961. A study of growth and development in the quarter horse. LSU Agricultural Experiment Station Reports. 636.
- Duberstein, K. J. 2016. Evaluating Horse Conformation. UGA Cooperative Extension Bulletin 1400.
- Duensing, J., Stock, K.F. & Krieter, J. 2014. Implementation and Prospects of Linear Profiling in the Warmblood Horse. *Journal of Equine Veterinary Science*, **34**(3), s. 360-368.
- EBEF 2019. European Breeding Event Finland. <https://ebef-show.sportisaitti.com/>. Viitattu 6.5.2020.
- Fédération équestre internationale, 2019. FEI. Universal Equine Life Number – UELN. <https://inside.fei.org/fei/your-role/veterinarians/passports/ueln>. Viitattu 21.5.2020.
- Fowler, M. 1989. Conformation and Soundness. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, **5**(1), s. 21-26.
- Furre, S., Viklund, Å, Heringstad, B., Philipsson, J. & Vangen, O. 2014. Improvement in the national genetic evaluation of warmblood riding horses by including information from related studbooks. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science*, **64**(1), s. 49-56.
- Gmel, A.I., Druml, T., Portele, K., von Niederhäusern, R. & Neuditschko, M. 2018, Repeatability, reproducibility and consistency of horse shape data and its association with linearly described conformation traits in Franches-Montagnes stallions. *PloS one*, **13**(8), s. e0202931.
- Gröhn M. 2017. Lineaarinen profilointi lämminveriratsujen rakennearvostelussa. Hämeen ammattikorkeakoulu.
- Hippos Ry 2015a. Suomalainen lämminverinen ratsuhevonen, FWB. https://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/yleista_jalostuksesta/kantakirjarodut/suomalainen_lamminverinen_ratsuhevonen_fwb. Viitattu 10.1.2020.
- Hippos Ry 2015b. SUOMALAISEN LÄMMINVERISEN RATSUHEVOSEN (FWB) JALOSTUSOHJESÄÄNTÖ. https://www.hippos.fi/files/6349/Jalostusohjesaanto_FWB_2015_HYVAKSYTTY.pdf. Viitattu 10.1.2020.
- Hippos Ry 2017. Syntyneet varsat. Tilanne 15.2.2017. https://www.hippos.fi/files/4807/Syntyneet_varsat.pdf. Viitattu 10.1.2020.

- Hippos Ry, 2018a. HEVOSTALOUS LUKUINA 2018.
https://www.hippos.fi/files/24634/Hevostalous_lukuina_2018.pdf. Viitattu 10.1.2020.
- Hippos Ry, 2018b. Tammatesti ja nuorten hevosten testi.
https://www.hippos.fi/jalostus_ja_nayttelyt/nayttelyt_ja_jalostusarvostelu/ratsut_ja_ponit/tammatesti_ja_nuorten_hevosten_testi. Viitattu 25.4.2020.
- Hippos Ry, 2019a. Astutustilasto 2019, ratsuhevoset.
https://www.hippos.fi/files/26378/Ratsut_astutukset25102019.pdf. Viitattu 10.1.2020.
- Hippos Ry 2019b. Ratsujen ja ratsuponien tamma- ja varsanäyttelyt - ohjeita näyttelyyn osallistuville. https://www.hippos.fi/files/20781/Nayttelyohjeet_R_ja_RP_2019.pdf. Viitattu 10.1.2020.
- Hippos Ry 2019c. Lineaariset arvostelupöytäkirjat.
- Hippos Ry 2020. Oriohje ratsuoriit 2020.
https://www.hippos.fi/files/26703/Oriohje_ratsuoriit_2020.pdf. Viitattu 22.5.2020.
- Koenen, E.P.C., Aldridge, L.I. & Philipsson, J. 2004. An overview of breeding objectives for warmblood sport horses. *Livestock Production Science*, **88**(1), s. 77-84.
- Koenen, E.P.C., van Veldhuizen, A.E. & Brascamp, E.W. 1995. Genetic parameters of linear scored conformation traits and their relation to dressage and show-jumping performance in the Dutch Warmblood Riding Horse population. *Livestock Production Science*, **43**(1), s. 85-94.
- Králová, B. & Jiskrová, I. 2017. Evaluation of Stallions Based on Linear Description of Their Daughters. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, **65**(1), s. 61-66.
- KWPN.org. 2019. Lineair Scoring within KWPN studbook.
<https://www.kwpn.org/events/empty/studbook-inspections/lineair-scoring>. Viitattu 11.1.2020.
- Lewczuk, D. 2013. Effect of the judge and definition of the trait for horse free jumping evaluation. *Archives Animal Breeding*, **56**(1), s. 638-649.
- Mezei, A.R., Posta, J. & Mihók, S. 2015. Comparison of Different Measurement Variables Based on Hungarian Show Jumping Results. *Annals of Animal Science*, **15**(1), s. 177-183.
- Mostafa M.B., Senna N.A., Abu-Seida A.M. & Elemmawy Y.M. 2015. Evaluation of Limb Conformation in Jumping Thoroughbred Horses. *Asian Journal of Animal Sciences* 9 (5): 208-216.
- Mäkeläinen, S. 2012. Lineaarinen profilointi hevosten rakennearvostelussa. Jalostuspäivät 2012.
https://www.hippos.fi/files/3098/Lineaarinen_profilointi_JALOSTUSPAIVAT.pdf. Viitattu 6.5.2020.
- Posta J, Komlósi, I. & Mihók, S. 2009. Breeding value estimation in the Hungarian Sport Horse population. *The Veterinary Journal* 181 (2009): 19–23.

Ratsujalostusliitto 2019. Finnish Warmblood.

<https://www.ratsujalostusliitto.fi/@Bin/118400/Finnish%2520Warmblood.pdf>. Viitattu 9.5.2020.

Ratsujalostusliitto 2019a. FWB - yhdistyksen 3-vuotistesti. <http://www.finnishwarmblood.fi/fwb-yhdistyksen-3-vuotistesti/>. Viitattu 6.5.2020.

Ratsujalostusliitto 2019b. Kyvyt Esiin. <http://www.finnishwarmblood.fi/kyvyt-esiin/>. Viitattu 6.5.2020.

Ratsujalostusliitto 2019c. Laatuarvostelu. <http://www.finnishwarmblood.fi/laatuarvostelu/>. Viitattu 6.5.2020.

Rovere G., Madsen P., Norberg, E., van Arendonk J. A. M. & Ducro, B.J. 2014. Genetic connections between dressage and show-jumping horses in Dutch Warmblood horses. *Acta Agriculturae Scand, Section A*, 2014. Vol. 64, No. 1, 57–66.

Rustin, M., Janssens, S., Buys, N. & Gengler, N. 2009, Multi-trait animal model estimation of genetic parameters for linear type and gait traits in the Belgian warmblood horse. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **126**(5), s. 378-386.

SRL 2020. KILPAILUSÄÄNNÖT, 2020.

https://www.ratsastus.fi/site/assets/files/20483/ksii_koulu_2020_puhdas.pdf. Viitattu 6.5.2020.

Taipale E., 2011. Hevoskasvatustoiminnan menestystekijät. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Tampereen hevosklinikka, 2016. Synnynnäiset jalka-asentovirheet.

<https://tampereenhevosklinikka.fi/varsojen-ja-nuorten-hevosten-ortopediset-ongelmat/>. Viitattu 10.5.2020.

Thompson, J.R., Freeman, A.E. & Berger, P.J. 1980. Variation of Traits of a Mating Appraisal Program1. *Journal of Dairy Science*, **63**(1), s. 133-140.

Thompson, J.R., Lee, K.L., Freeman, A.E. & Johnson, L.P. 1983. Evaluation of a Linearized Type Appraisal System for Holstein Cattle1. *Journal of Dairy Science*, **66**(2), s. 325-331.

Thorén Hellsten, E. 2008. International sport horse data for genetic evaluation. Department of Animal Breeding and Genetics Swedish University of Agricultural Sciences Uppsala, Uppsala.

Tolvanen N, 2009. Varsojen jalat: Varsankasvatus Suomessa. Hämeen ammattikorkeakoulu.

Viklund, Å, Braam, Å, Näsholm, A., Strandberg, E. & Philipsson, J. 2010. Genetic variation in competition traits at different ages and time periods and correlations with traits at field tests of 4-year-old Swedish Warmblood horses. *Animal*, **4**(5), s. 682-691.

Viklund, Å & Eriksson, S. 2018. Genetic analyses of linear profiling data on 3-year-old Swedish Warmblood horses. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, **135**(1), s. 62-72.

Welker V., Stock K.F., Schöpke K. & Swalve H. 2018. Genetic parameters of new comprehensive performance traits for dressage and show jumping competitions performance of German riding horses. *Livestock Science*, 212, s. 93-98.

Ylä-Kauttu U. & Rimpioja, A. 2016. Varsan valmistelu näyttelyyn. Savonia-ammattikorkeakoulu.

Zilliacus, M. 2020. RJL / FWB-yhdistyksen historiikki. <https://www.finnishwarmblood.fi/rjl-fwb-yhdistyksen-historiikki/>. Viitattu 10.1.2020.

LIITE 1: MAITOVARSOJEN ARVOSTELUPÖYTÄKIRJA

LINEAARINEN PROFILOINTI

PAIKKA

PVM

s

MAITOVARSAT

p j a l l e k i r j o i t u

Nimi										Tamma / Ruuna / Ori			
UELN													
Kantakirja		FWB											
Isä				Emä				Emän isä					
RAKENNE		Keskiarvo									Kommentti		
Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
1	Tyyppi	jalo/kevyt										raskas	
Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
5	Kaulan pituus	pitkä										lyhyt	
6	Kaulan asento	pysty										vaaka	raskas liittymä <input type="checkbox"/>
9	Lavan kulmaus	viisto										pysty	syvä runko <input type="checkbox"/>
11	Lanne	pitkä										lyhyt	köyry <input type="checkbox"/> painunut <input type="checkbox"/>
12	Lautasen muoto	suora										luisu	
13	Lautasen pituus	pitkä										lyhyt	

Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
19	Etujalan asento	suppuvarpainen										hajavarpainen	haja-asentoinen <input type="checkbox"/> supistunut sääri <input type="checkbox"/>
16	Etuvuohinen	pysty										vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
17	Kinner	kiverä										suora	supistunut sääri <input type="checkbox"/>
18	Takavuohinen	pysty										vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>

LIIKKEET		Keskiarvo									Kommentti		
Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
25	Käynnin askelpituus	matkaavoittava										lyhyt	passimainen <input type="checkbox"/>
27	Käynnin irtonaisuus	irtonainen										jäykkä	
Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
29	Ravin pituus	matkaavoittava										lyhyt	epäsäännöllinen <input type="checkbox"/>
30	Ravin irtonaisuus	irtonainen										lukkiutunut/jäykkä	
Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan		
34	Laukan askelpituus	pitkä										lyhyt	
35	Laukan elastisuus	elastinen										jäykkä	
36	Laukan tasapaino	hyvä tasapaino										huono tasapaino	toistuva ristilaukka <input type="checkbox"/>

PALKINTO

LIITE 2: TAMMOJEN ARVOSTELUPÖYTÄKIRJA

LINEAARINEN PROFILOINTI

P A I K K A

P V M

T A M M A T

p j a l l e k i r j o i t u s



Nimi	SK	LK	Tamma
UELN	RY	ES	
Kantakirja			
Isä	Emä	Emän isä	

RAKENNE		Keskiarvo										Kommentti	
	Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I		Huomattavan	
1	Tyyppi	jalo/kevyt										raskas	
2	Runko	pitkä (suorakaide)										lyhyt (neliömäinen)	
3	Suhde Jalat/Runko	korkeajalkainen										matalajalkainen	syvä runko <input type="checkbox"/>
4	Rungon suunta	ylämäkeen										alamäkeen	

TYYPPI		
--------	--	--

	Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I		Huomattavan	
5	Kaulan pituus	pitkä										lyhyt	
6	Kaulan asento	pysty										vaaka	
7	Kaulan muoto	kaareva										suora	raskas liittymä <input type="checkbox"/>
8	Sään korkeus	korkea										matala	pitkä säkä <input type="checkbox"/> lyhyt säkä <input type="checkbox"/>
9	Lavan kulmaus	viisto										pysty	
10	Selkä	suora										painunut	
11	Lanne	pitkä										lyhyt	köyry <input type="checkbox"/> painunut <input type="checkbox"/>
12	Lautasen muoto	suora										luisu	
13	Lautasen pituus	pitkä										lyhyt	

PÄÄ, KAULA, RUNKO		
-------------------	--	--

	Huomattavan	A	B	C	D	E	F	G	H	I		Huomattavan	
14	Sääri	vankka										hento	etujalat <input type="checkbox"/> takajalat <input type="checkbox"/>
15	Etujalka	koukkupolvi										sapelijalkainen	supistunut etusääri <input type="checkbox"/> yhdensuuntaissiirtymä/ vino polvi <input type="checkbox"/>
16	Etuvuohinen	pysty										vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
17	Kinner	kiverä										suora	supistunut sääri <input type="checkbox"/>
18	Takavuohinen	pysty										vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
19	Etujalan asento	suppuvarpainen										hajavarpainen	haja-asentoinen <input type="checkbox"/>
20	Liikkeiden suoruus, etujalat	kerii										meloo	ahdas <input type="checkbox"/>
21	Takajalan asento	pihtinen										länkinen	
22	Liikkeiden suoruus, takajalat	ahtaat										levittää	epävakaa kinner <input type="checkbox"/>
23	Kaviot	suuret										pienet	pukinkavio <input type="checkbox"/> lattakavio <input type="checkbox"/>

JALAT JA LIIKKEIDEN SÄÄNNÖLLISYYS		
-----------------------------------	--	--

LIIKKEET			Keskiarvo									Kommentti	
Huomattavan			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
24	Käynnin tahti	säännöllinen										epäsäännöllinen	passimainen <input type="checkbox"/>
25	Käynnin askelpituus	matkaavoittava										lyhyt	
26	Käynnin aktiivisuus	aktiivinen										hidas	
27	Käynnin irttonaisuus	irttonainen										jäykkä	
KÄYNTI													
Huomattavan			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
28	Ravin tahti	säännöllinen										epäsäännöllinen	
29	Ravin pituus	matkaavoittava										lyhyt	
30	Ravin irttonaisuus	irttonainen										lukkiutunut/jäykkä	
31	Ravin lennokkuus	lennokas/energinen										matala/voimaton	
32	Takajalkojen aktiivisuus ravissa	hyvin rungon alla										jättää taakse	
RAVI													
Huomattavan			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
33	Laukan rytmi	säännöllinen										epäsäännöllinen	nelitahtista <input type="checkbox"/>
34	Laukan askelpituus	pitkä										lyhyt	
35	Laukan elastisuus	elastinen										jäykkä	
36	Laukan tasapaino	hyvä tasapaino										huono tasapaino	toistuva ristilaukka <input type="checkbox"/>
37	Laukan aktiivisuus/energisyys	voimakas										heikko	
38	Liikkeiden suunta	ylämäkeen										etupainoinen	
LAUKKA													
RATSAIN ESITTÄMINEN			Keskiarvo									Kommentti	
Huomattavan			A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
51	Ratsastettavuus	kuuliainen, yhteistyöhaluinen										vastustaa apuja	
52	Laukan säädeltävyys	helppoa										vaikeaa	
53	Asenne	positiivinen										negatiivinen	
54	Temperamentti	energinen										flegmaattinen	

PISTEET

PALKINTO



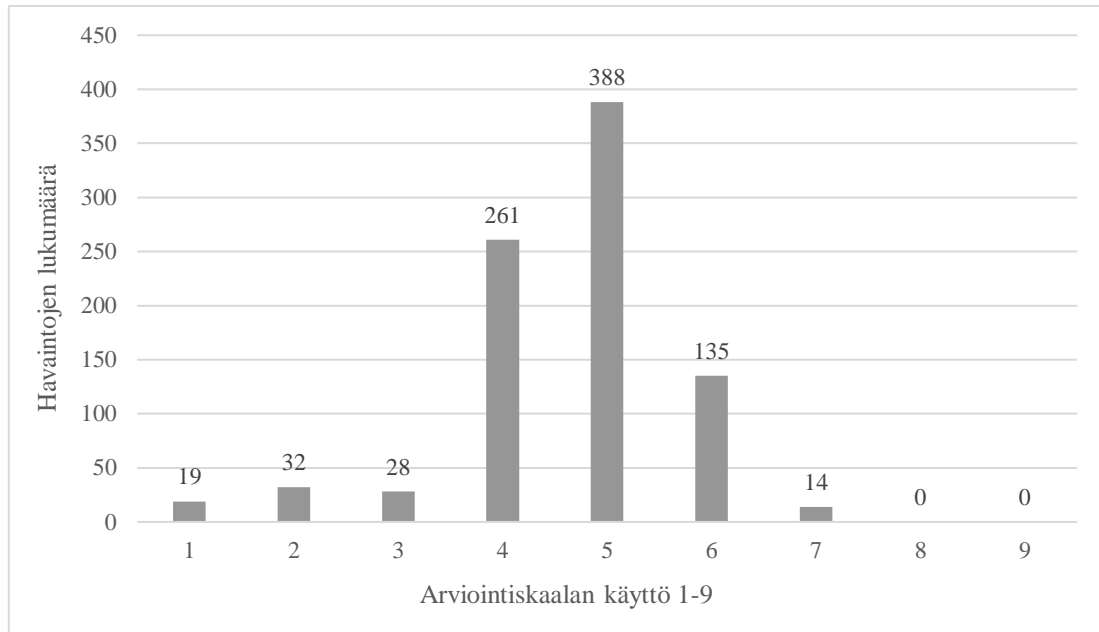
NIMI												TAMMA / ORI / RUUNA		
ISÄ		KANTAKIRJA												
RAKENNE														
		Keskiarvo												
		Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
1	Tyyppi	jalo/kevyt											raskas	
2	Runko	pitkä (suorakaide)											lyhyt (neliömäinen)	
3	Suhde Jalat/Runko	korkeajalkainen											matalajalkainen	syvä runko <input type="checkbox"/>
4	Rungon suunta	ylämäkeen											alamäkeen	
TYYPPI														
		Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
5	Kaulan pituus	pitkä											lyhyt	
6	Kaulan asento	pysty											vaaka	
7	Kaulan muoto	kaareva											suora	raskas liittymä <input type="checkbox"/>
8	Sään korkeus	korkea											matala	pitkä säkä <input type="checkbox"/> lyhyt säkä <input type="checkbox"/>
9	Lavan kulmaus	viisto											pysty	
10	Selkä	suora											painunut	
11	Lanne	pitkä											lyhyt	köyry <input type="checkbox"/> painunut <input type="checkbox"/>
12	Lautasen muoto	suora											luisu	
13	Lautasen pituus	pitkä											lyhyt	
PÄÄ, KAULA, RUNKO														
		Huomattavan		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Huomattavan	
14	Sääri	vankka											hento	etujalat <input type="checkbox"/> takajalat <input type="checkbox"/>
15	Etujalka	koukkupolvi											sapelijalkainen	supistunut etusääri <input type="checkbox"/> yhdensuuntaissiirtymä/ vino polvi <input type="checkbox"/>
16	Etuvuohinen	pysty											vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
17	Kinner	kiverä											suora	supistunut sääri <input type="checkbox"/>
18	Takavuohinen	pysty											vento	lyhyt <input type="checkbox"/> pitkä <input type="checkbox"/>
19	Etujalan asento	suppuvarpainen											hajavarpainen	haja-asentoinen <input type="checkbox"/>
20	Liikkeiden suoruus, etujalat	kerii											meloo	ahdas <input type="checkbox"/>
21	Takajalan asento	pihtinen											länkinen	
22	Liikkeiden suoruus, takajalat	ahtaat											levittää	epävakaa kinner <input type="checkbox"/>
23	Kaviot	suuret											pienet	pukinkavio <input type="checkbox"/> lattakavio <input type="checkbox"/>

JALAT JA LIIKKEIDEN SÄÄNNÖLLISYYS	
-----------------------------------	--

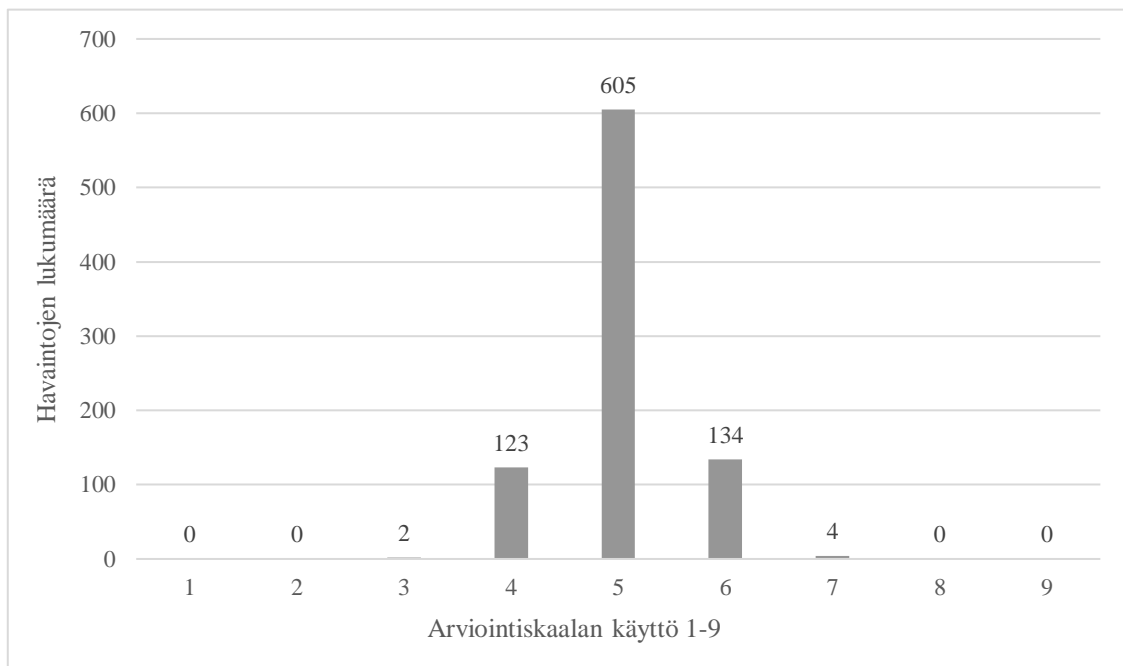
KUULIAISUUS		
YLEISVAIKUTELMA		

LIITE 4: TUTKITTAVIEN OMINAISUUKSIEN PISTESKAALAN JAKAUMAT 2015 – 2019

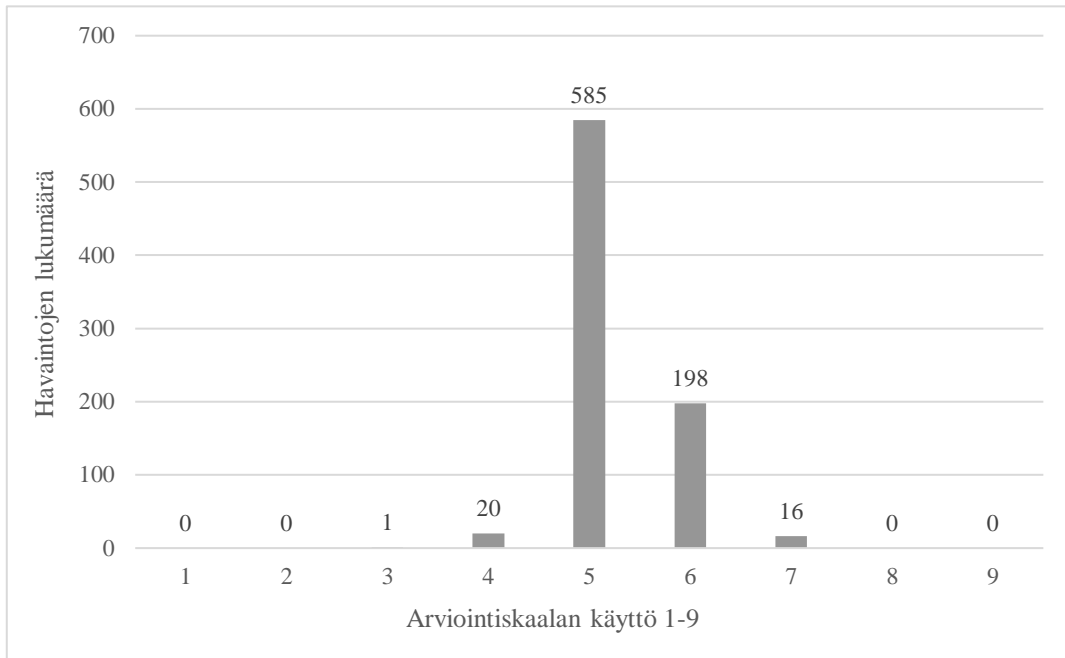
Kuvat 15 – 40. Y- akselilla havaintojen lukumäärä, X- akselilla käytetty arviointiskaala.



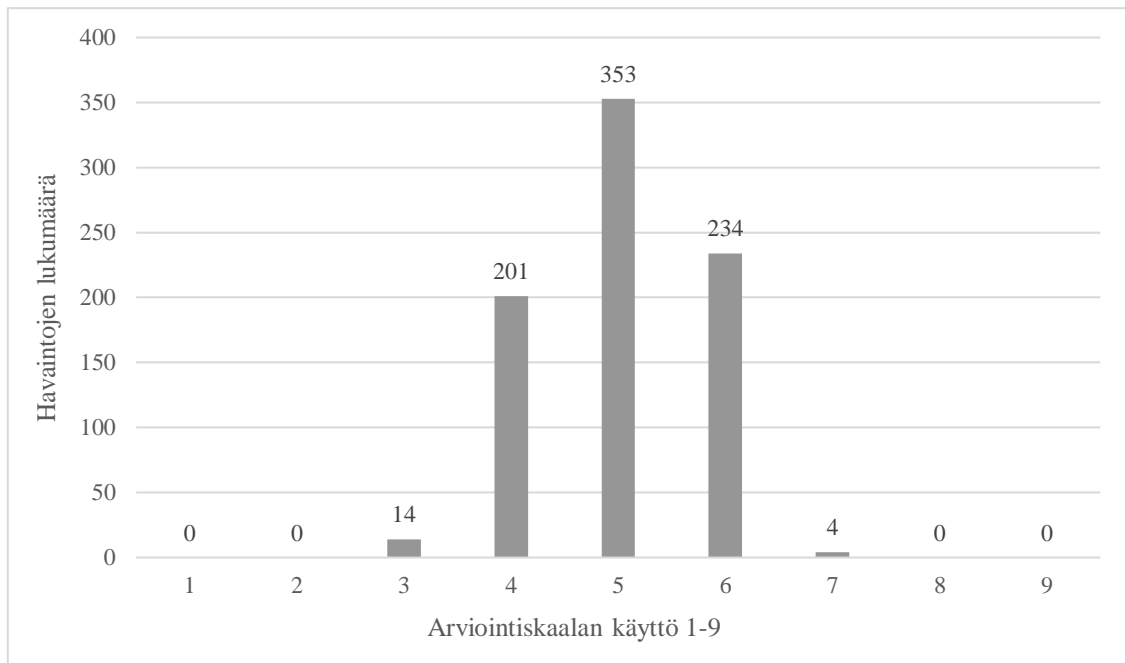
Kuva 15. Tyyppi.



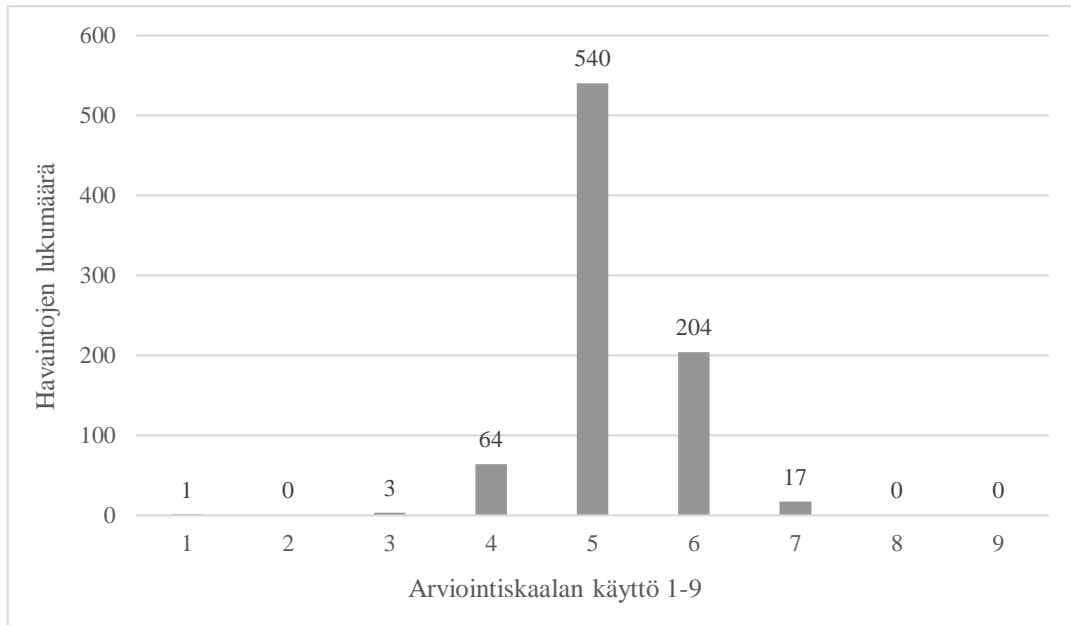
Kuva 16. Sääri.



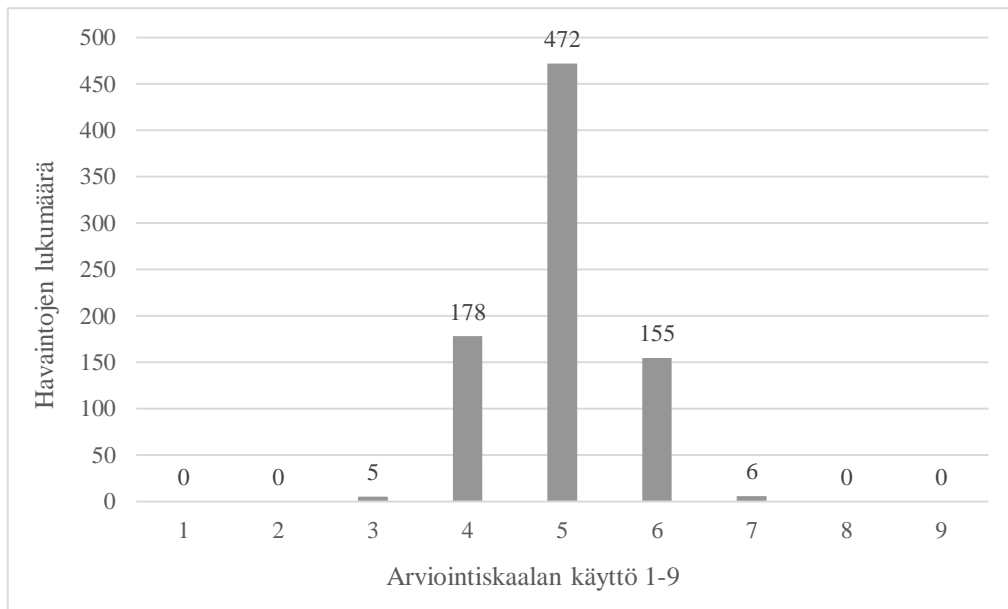
Kuva 17. Etujalka.



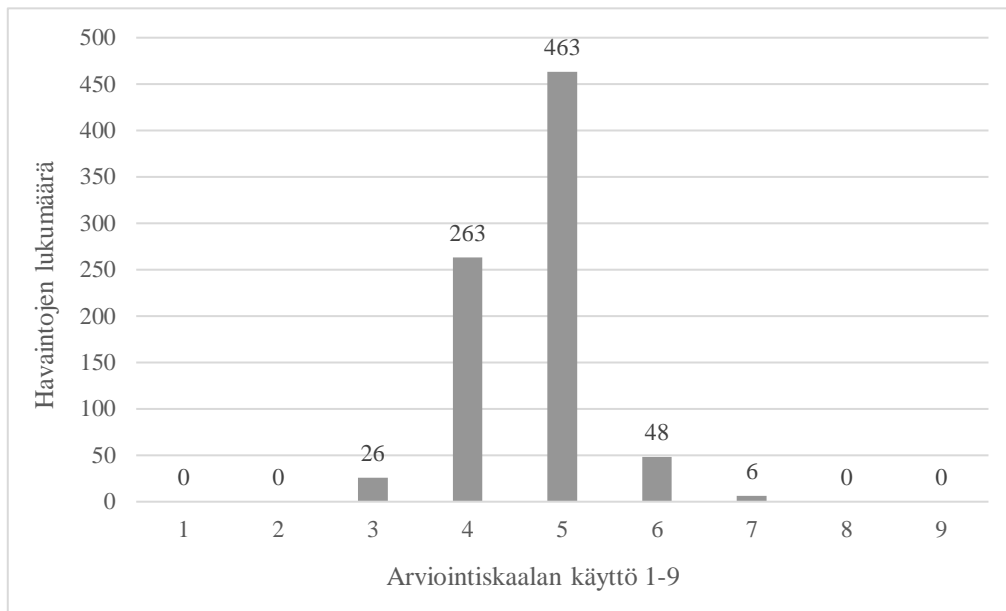
Kuva 18. Etujalan asento.



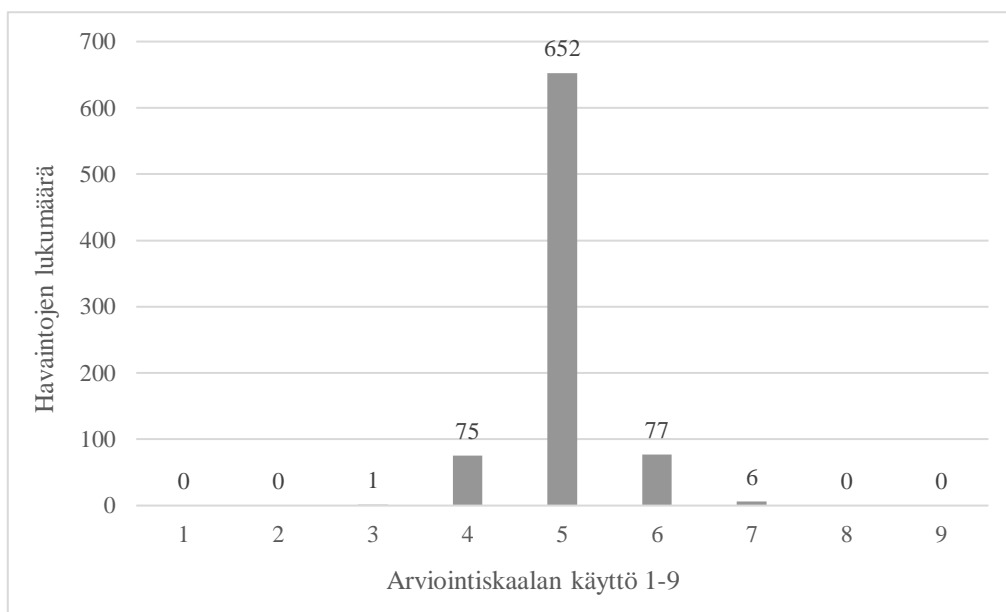
Kuva 19. Etuvuohinen.



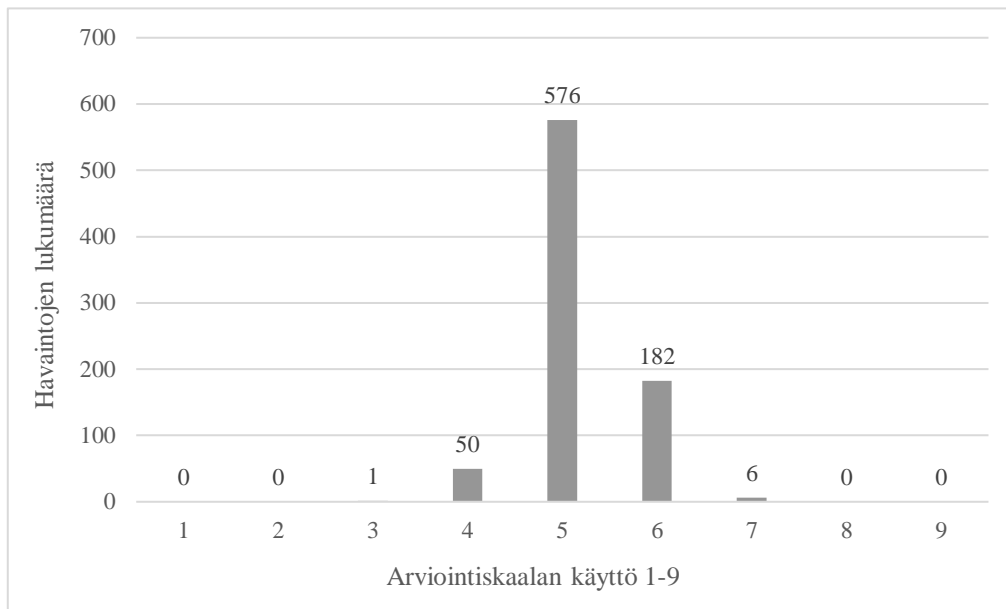
Kuva 20. Liikkeiden suoruus, etujalat.



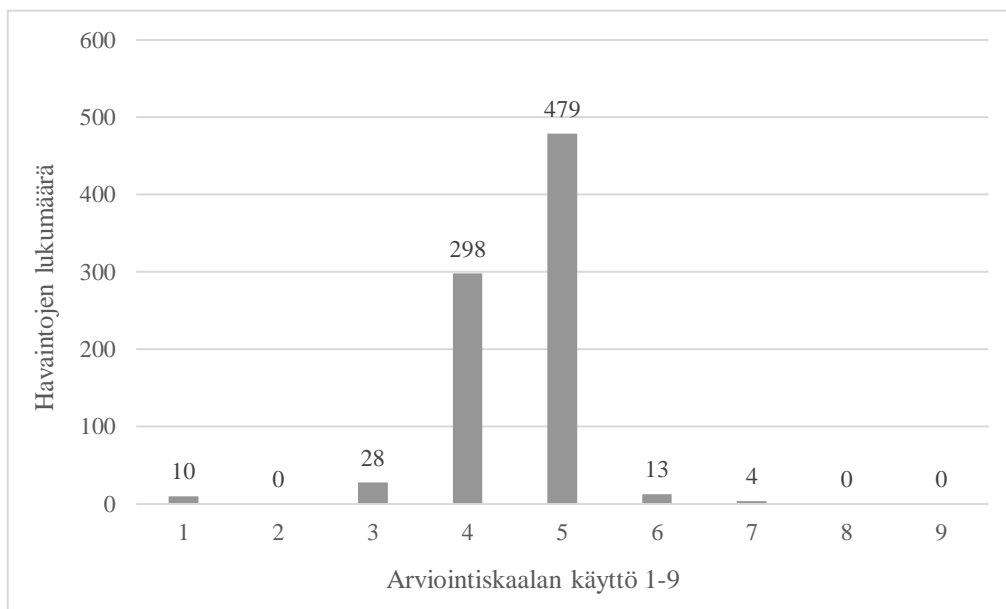
Kuva 21. Kinner.



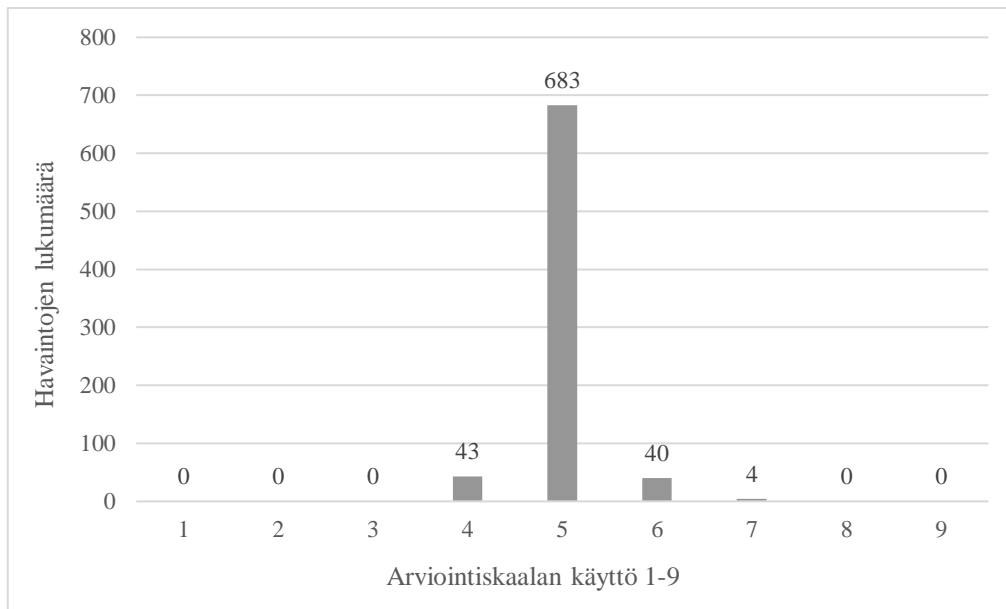
Kuva 22. Takajalan asento.



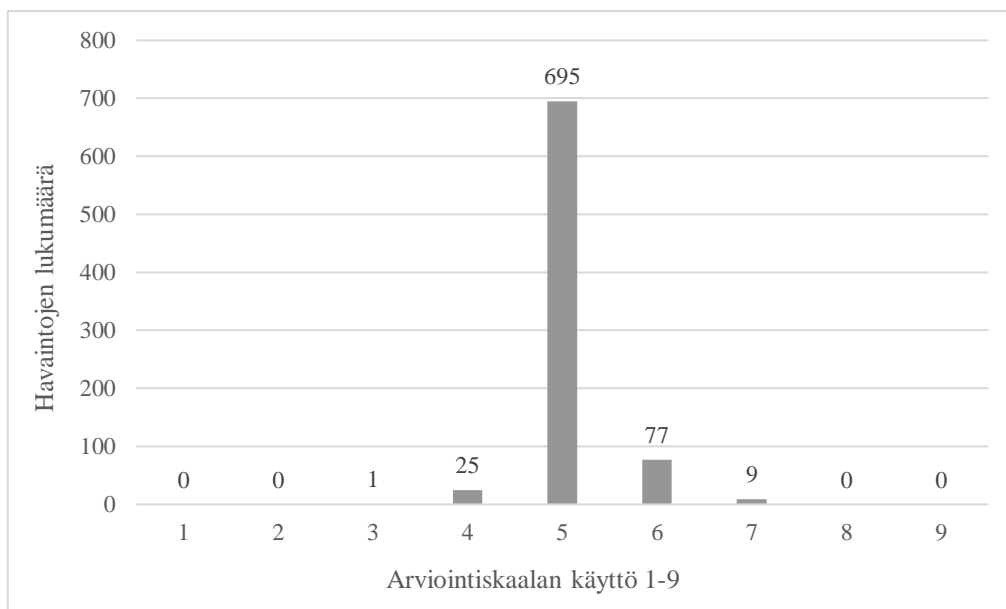
Kuva 23. Takavuohinen.



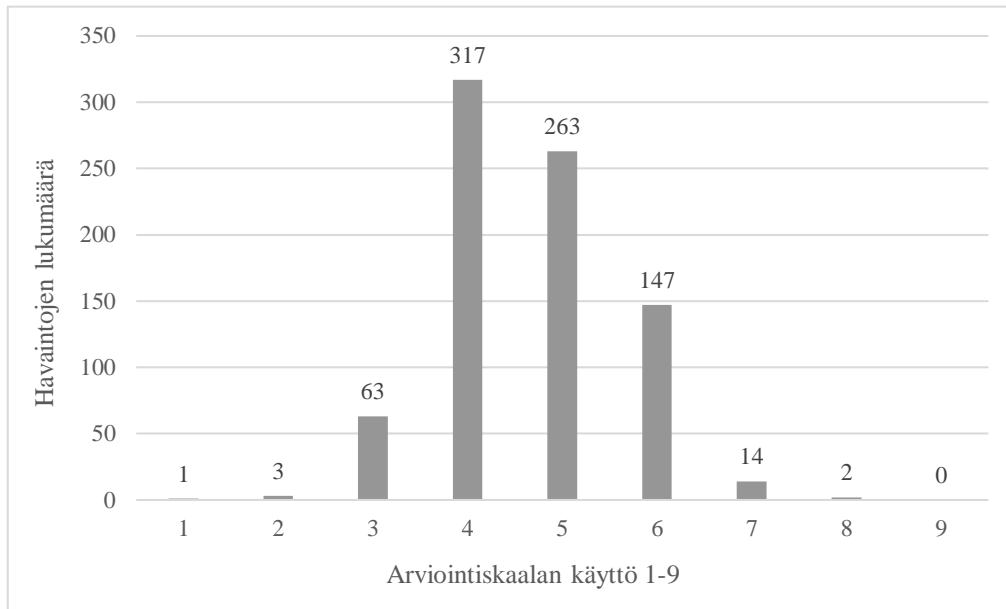
Kuva 24. Liikkeiden suoruus, takajalat.



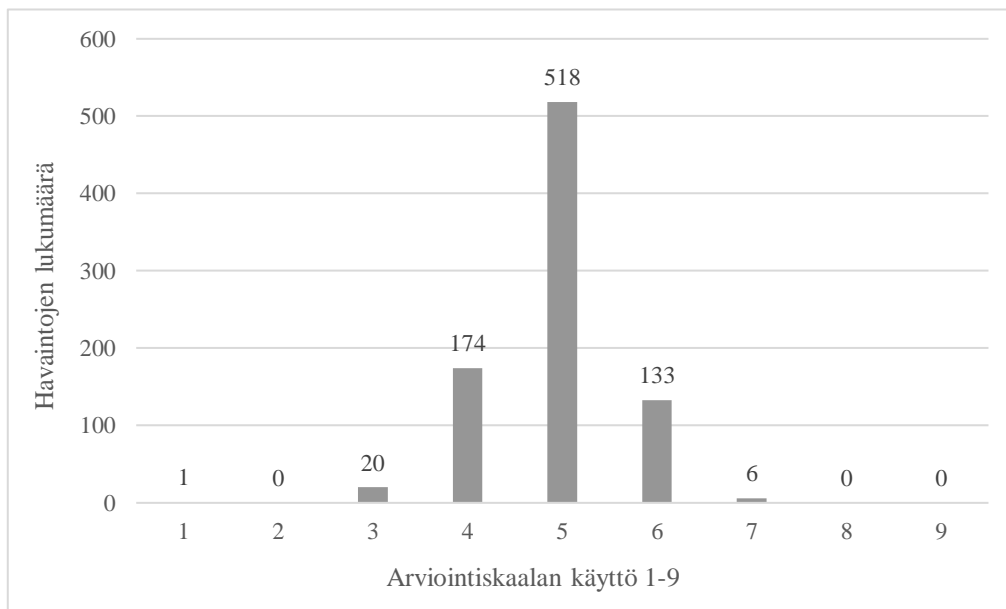
Kuva 25. Kaviot.



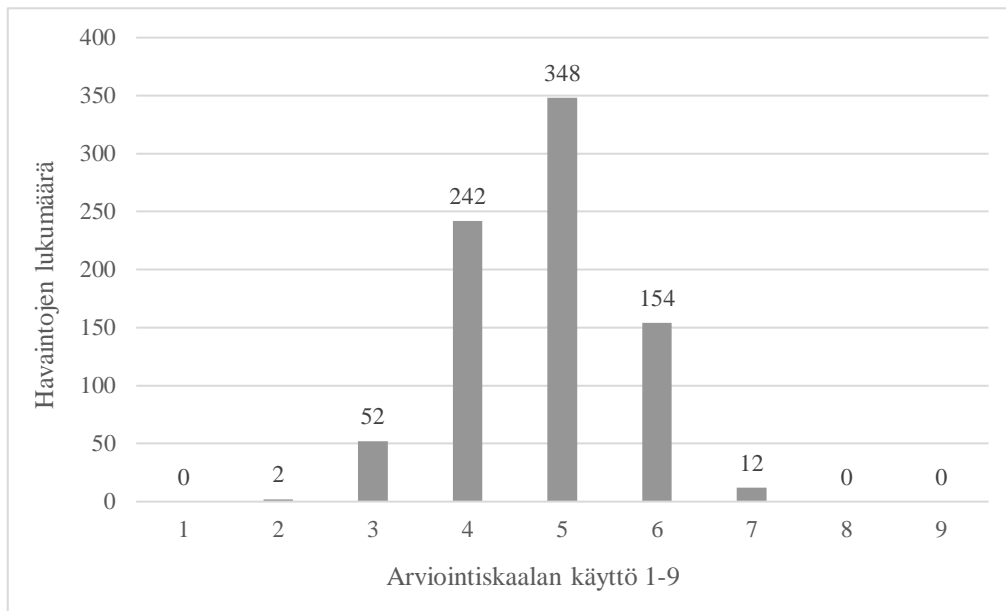
Kuva 26. Käynnin tahti.



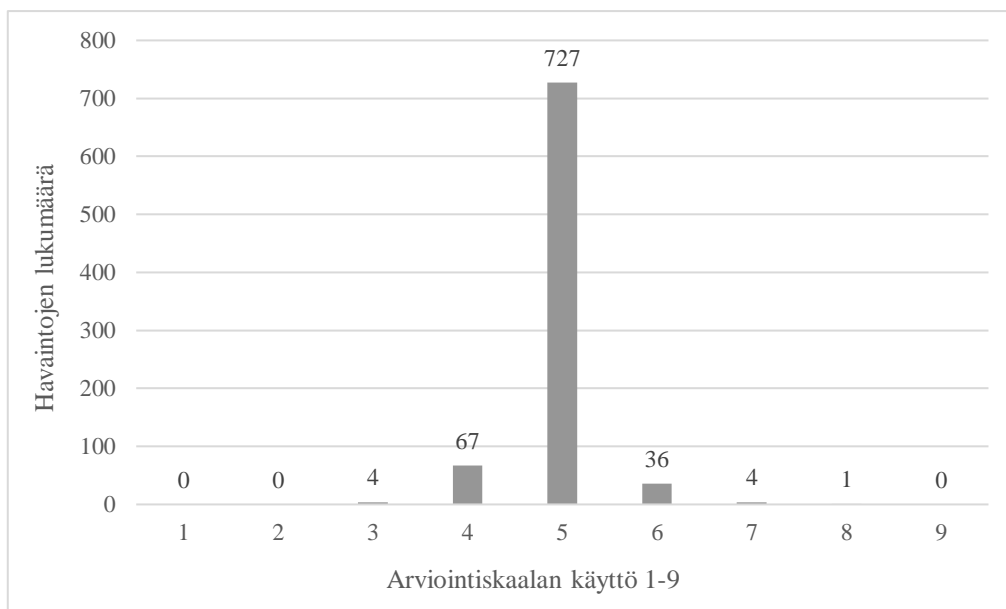
Kuva 27. Käynnin askelpituus.



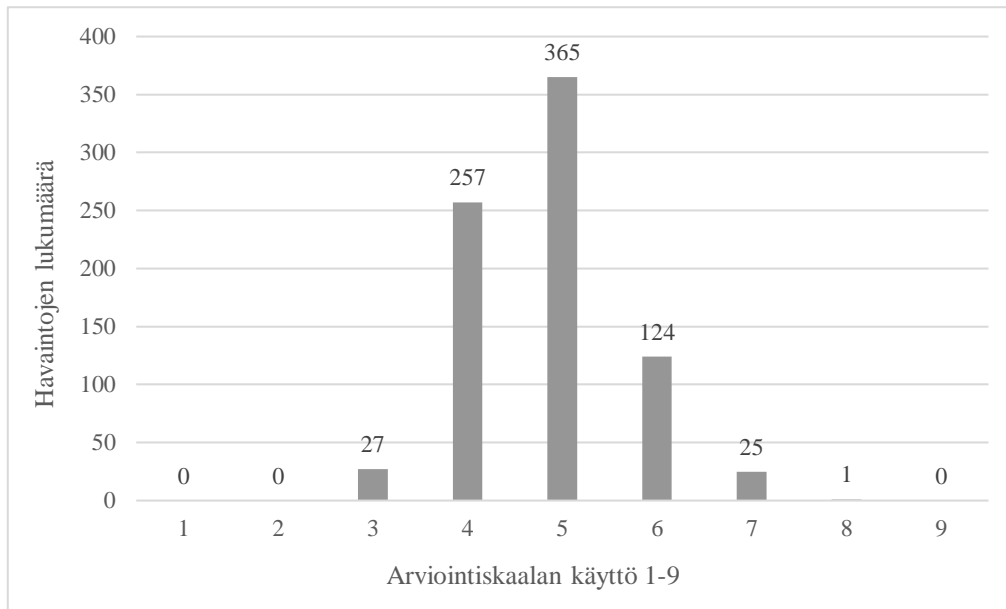
Kuva 28. Käynnin aktiivisuus.



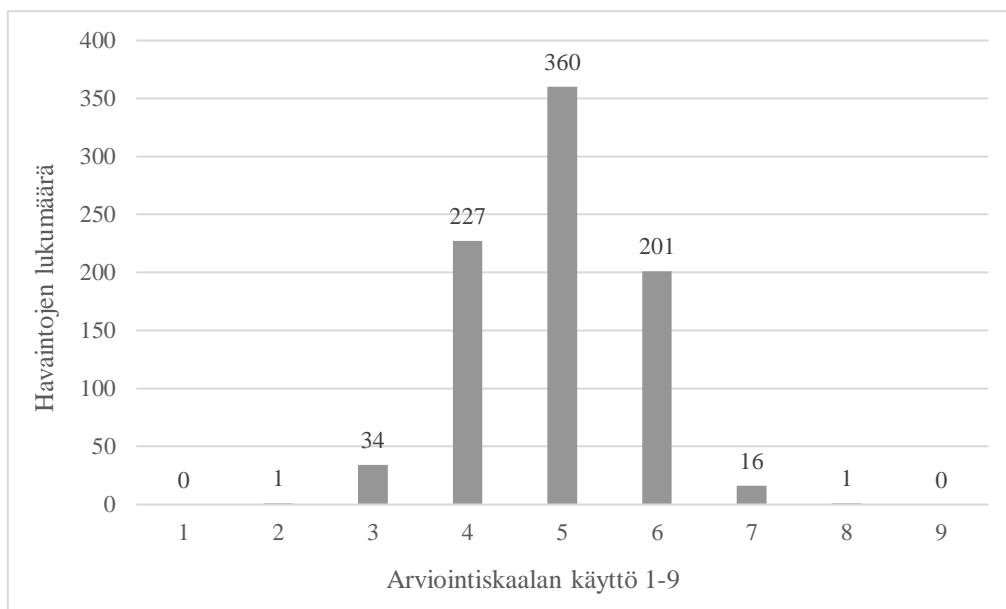
Kuva 29. Käynnin irtonaisuus.



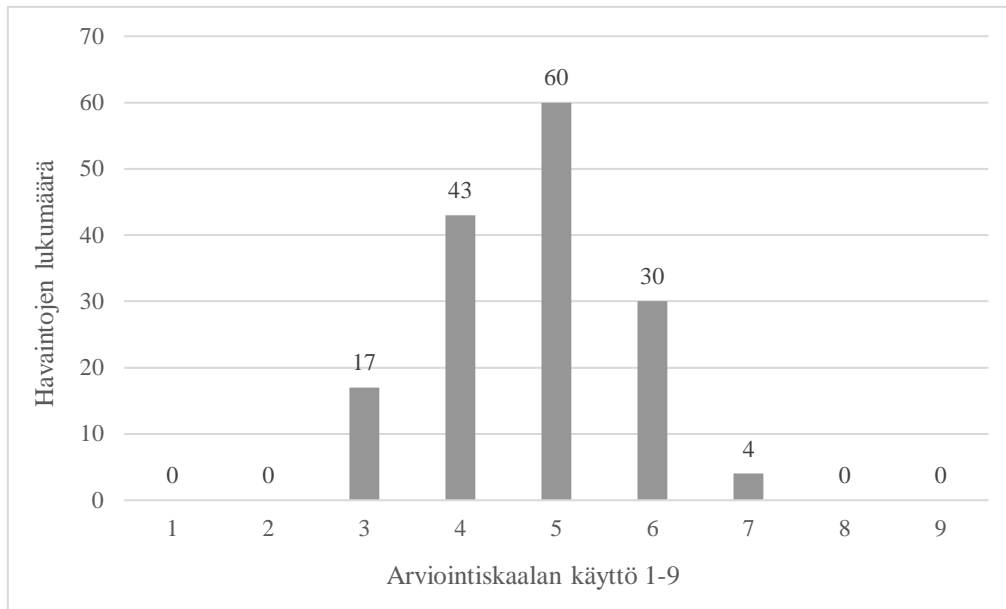
Kuva 30. Ravin tahti.



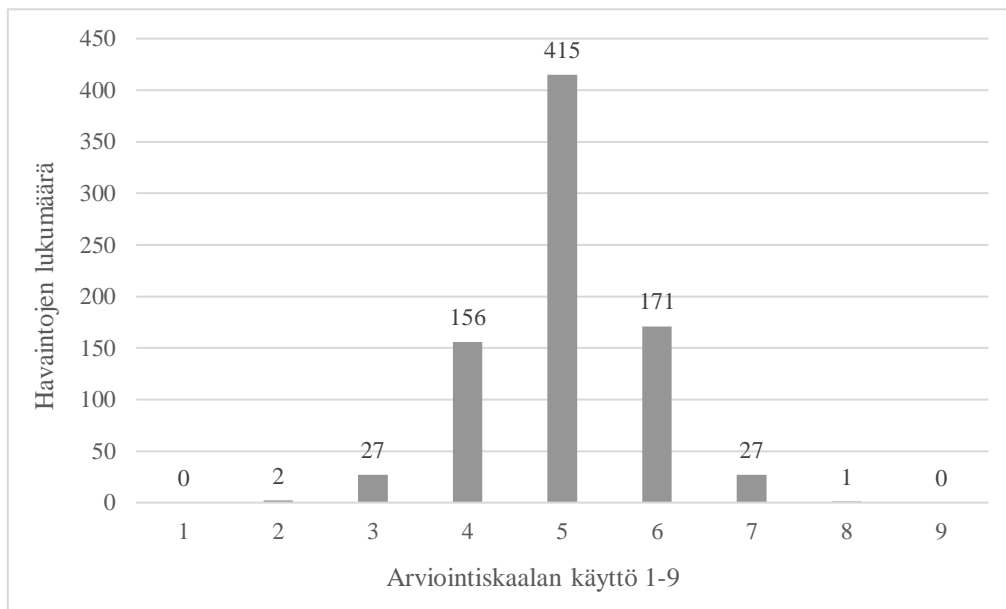
Kuva 31. Ravin pituus.



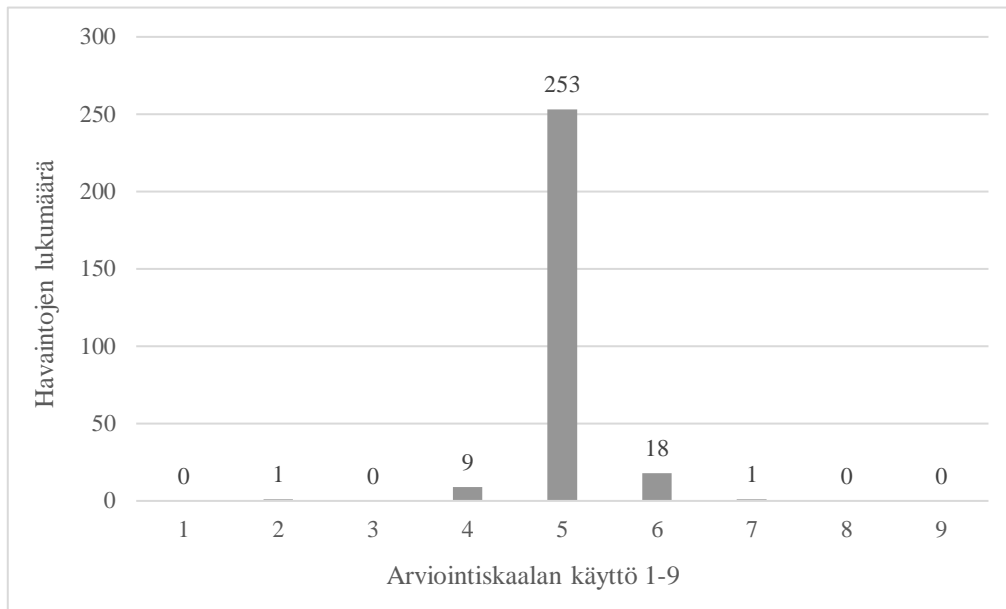
Kuva 32. Ravin irtonaisuus.



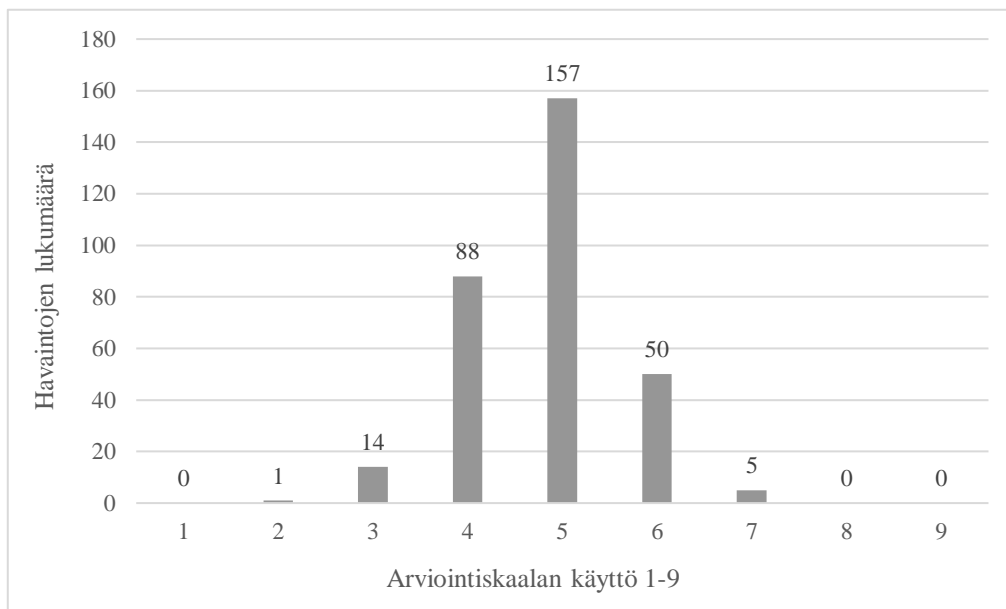
Kuva 33. Ravin lennokkuus.



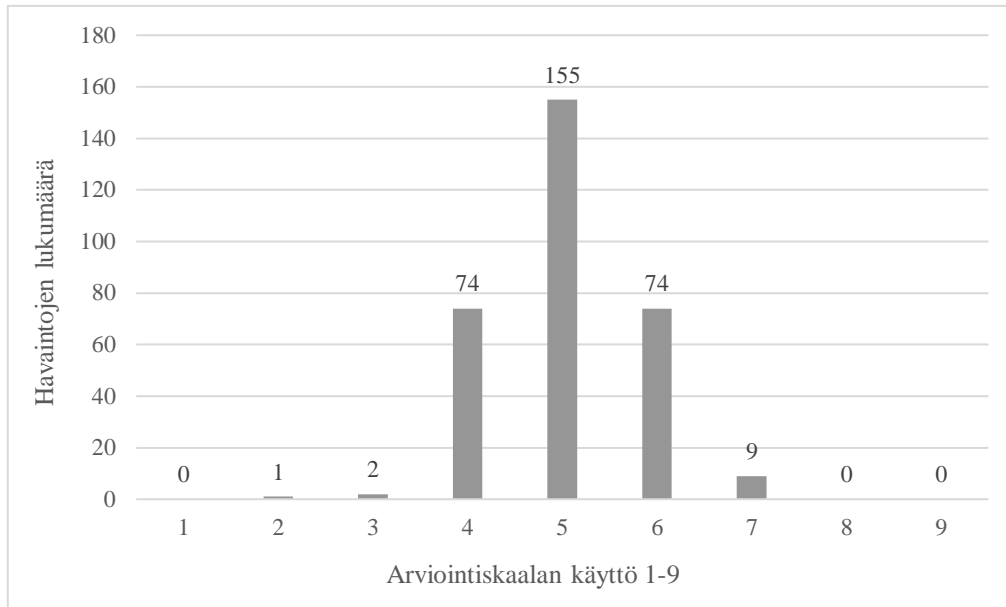
Kuva 34. Takajalkojen aktiivisuus.



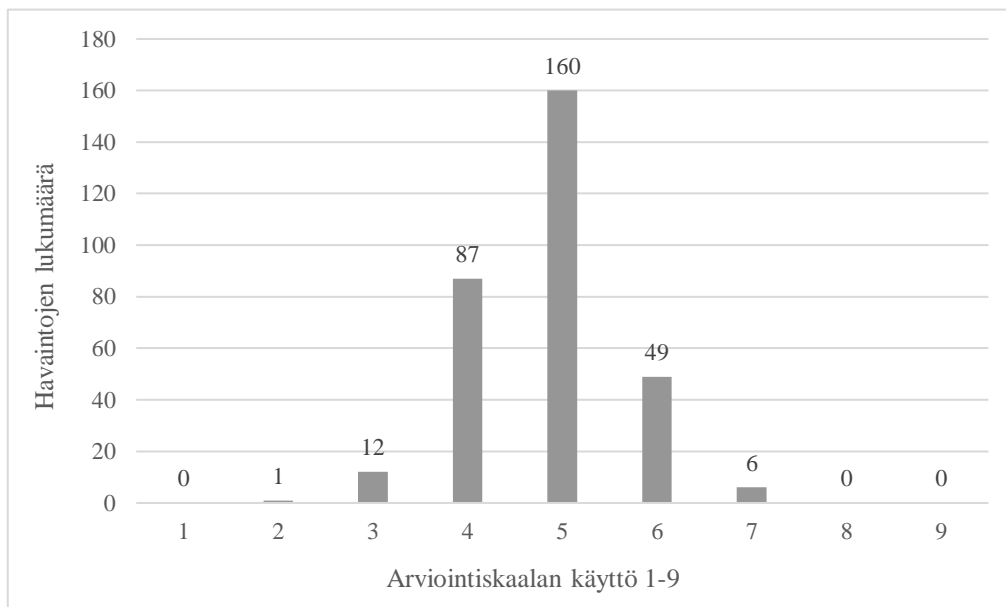
Kuva 35. Laukan rytmi.



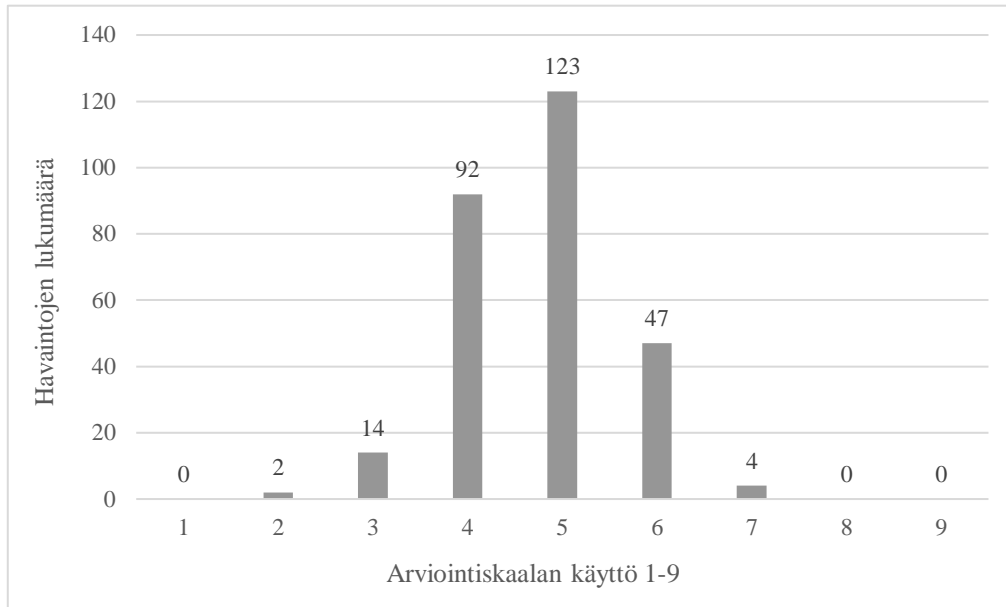
Kuva 36. Laukan askelpituus.



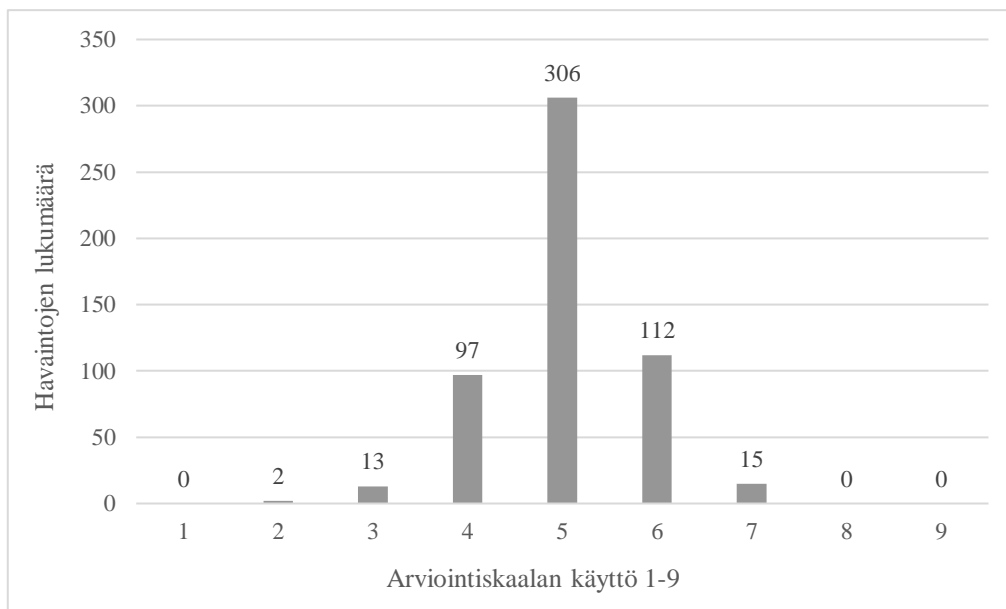
Kuva 37. Laukan elastisuus.



Kuva 38. Laukan tasapaino.



Kuva 39. Laukan energia.



Kuva 40. Liikkeiden suunta.